

PREDICTIVE COLLISION SENSING SYSTEM

Publication number: JP2002511922T

Publication date: 2002-04-16

Inventor:

Applicant:

Classification:

- International: **G01S13/93; B60R21/01; G01S7/493; G01S13/02; G01S13/34; G01S13/72; G01S17/93; G01S13/00; B60R21/01; G01S7/48; G01S17/00; (IPC1-7): G01S13/93**

- European: **G01S13/93C**

Application number: JP19980534730T 19980121

Priority number(s): US19970035667P 19970121; US19980009035 19980120; WO1998US01281 19980121

Also published as:

WO9832030 (A1)
WO9832030 (A1)
WO9832030 (A1)
EP0954758 (A1)
EP0954758 (A1)

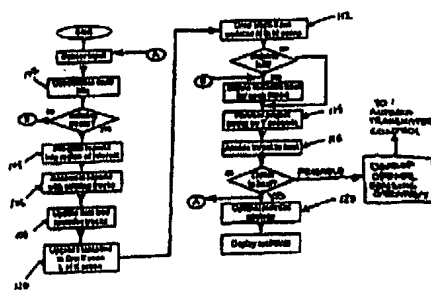
more >>

Report a data error here

Abstract not available for JP2002511922T

Abstract of corresponding document: **WO9832030**

A relatively narrow beam of either RF or optical electromagnetic radiation is scanned over a relatively wide azimuthal range. The return signal is processed to detect the range and velocity of each point of reflection. Individual targets are identified by clustering analysis (102) and are tracked (106) in a Cartesian coordinate system using a Kalman filter. The threat to the vehicle for a given target is assessed (116) from estimates of the relative distance, velocity, and size of each target, and one or more vehicular devices are controlled (120) responsive to the assessment of threat so as to enhance the safety of the vehicle occupant. In a preferred embodiment, a quantized linear frequency modulated continuous wave RF signal is transmitted from and received by a multi-beam antenna having an azimuthal range of at least ± 100 degrees and an individual beam width of approximately 10 degrees.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

引用例 2 の写し

특2000-0069850

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
G01S 13/93

(11) 공개번호 특2000-0069850
(43) 공개일자 2000년 11월 25일

(21) 출원번호	10-1999-7006029	(87) 국제공개번호	WO 1998/32030
(22) 출원일자	1999년 07월 01일	(87) 국제공개일자	1998년 07월 23일
번역문제출일자	1999년 07월 01일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1998/01281		
(86) 국제출원출원일자	1998년 01월 21일		
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 국내특허 : 캐나다 일본 대한민국		
(30) 우선권주장	60/035,667 1997년 01월 21일 미국(US) 9/009,035 1998년 01월 20일 미국(US)		
(71) 출원인	오토모티브 시스템즈 라보라토리, 인코포레이티드 진 에이. 테넨트		
(72) 발명자	미국 미시간 48331 파밍톤 힐스 스위트 비-12 하거티 로드 27200 파머, 마이클 에드워드 미국, 미시간 483323, 웨스트플롬필드, 레이크블러 프로드 5119 브루스, 마이클 미국, 미시간 48116, 브라이튼, 콘우드 드라이브 5384		
(74) 대리인	박경재		

심사청구 : 없음

(54) 총돌 예측 감지 시스템

요약

RF 또는 광 전자기 방사의 상대적으로 협소한 빔이 상대적으로 넓은 방위각 범위 이상으로 스캔된다. 회신 신호는 각각의 반사점의 거리 및 속도를 검출하도록 처리된다. 개개의 타겟들은 클러스터링 분석에 의해 식별되고 칼만 필터를 사용하여 테카르트 좌표계에서 추적된다. 차량승객의 안전을 향상시키기 위해 차량에 대한 위협이 각각의 타겟의 상대적 거리, 속도 및 크기의 측정으로부터 평가되어 하나 이상의 차량 장치들이 그 위협의 평가에 반응하여 제어된다. 바람직한 실시예에서, 암자화 선행 주파수 변조 연속파 RF신호는 적어도 +/- 100도의 방위각 범위 및 약 10도의 각각의 빔 폭을 가지는 다중 빔 안테나로부터 송신되고 이런 안테나에 의해 수신된다.

용어

기술분야

본 출원에 관한 참조사항

본 출원은 1997년 1월 21일자로 출원된 미국 가특허 출원 제 60/035,667호의 우선권 혜택을 청구한다.

본 출원은 1997년 4월 24일자로 출원된 미국 가특허 출원 제 60/044,237호의 우선권 혜택을 청구한다.

1997년 1월 17일자로 출원된 미국 가특허 출원 제 60/035,453호의 우선권 혜택을 청구하여, 1998년 1월 16일자로 출원되고, 본 발명의 양수인에게 양도된 명칭 'Vehicle Collision Radar With Randomized FSK Waveform'이라는 명칭의 이하 '출원 ASL-145-US'인 계류중인 미국 출원 제 ???호는 연속파(CW) 레이더 범위용 선행 주파수 변조(LFM) 등가 신호를 발생시키기 위해 랜덤화된 주파수 이동 시퀀스로 자동차 충돌 예측 센서 신뢰도 및 감성을 향상시키는 시스템 및 방법을 기술한다.

1998년 1월 20일자로 출원되고, 본 발명의 양수인에게 양도된 명칭 'Digital Leakage Calibration for Multi-beam Aperture Continuous Wave Radar'의 이하 '출원 ASL- 188-PRO'인 계류중인 미국 가특허 출원 제 ???호는 연속파 레이더로부터 누설 신호 성분들 제거하기 위한 시스템 및 방법을 기술한다.

상기 출원들은 참고로 본문에 인용된다.

본 발명은 일반적으로 레이더 시스템들에 관한 것이며, 보다 상세하게는, 차량 충돌 회피 및 차량 안전 억제 시스템들에 결합되는 차량 레이더 시스템들에 관한 것이다.

배경기술

차량은 승객 부상을 감소시킬 목적으로 차량 충돌에 반응하여 작동되는 차량 안전 억제 액츄에이터들을 포함한다. 이런 차량 안전 억제 액츄에이터들의 실례로는 에어백, 시트벨트 프리텐서너 및 전개 가능한 무릎 보호대가 포함된다. 자동 안전 억제시스템의 한가지 목적은 승객 부상을 감소시키는 것으로, 자동 안전 억제시스템이 작동되지 않는 경우의 충돌로 발생될 부상보다 더 큰 부상이 자동 안전 억제시스템에 의해 초래되지 않도록 하는 것이다. 일반적으로, 안전 억제시스템의 관련 구성품들을 재워치시키는 비용 문제 및 승객에게 부상을 입히는 그런 작동들에 의한 잠재 위험 때문에 부상을 감소시킬 필요가 있을 때만 자동 안전 억제액츄에이터가 작동되는 것이 바람직하다. 특히, 이런 사실들은 에어백 억제시스템에 대해 사실이며, 에어백 전개시 에어백에 매우 근접한 승객들 - 즉, 안전 위치외의 승객들 - 은 관련 차량 충돌이 비교적 약할 때조차도 에어백의 전개로 인해 부상 또는 죽음에까지 이르는 약점이 있다. 더구나, 특히, 유아, 작은 성인 또는 부러지기 쉬운 약한 뼈를 가진 사람들과 같은, 작은 키나 약한 체격의 승객들은 에어백 팽창에 의해 유발되는 부상을 당하기 쉽다. 더욱이, 전방 좌석 승객측 에어백에 근접하여 정상적으로 배치된 후향 유아 좌석(rear facing infant seat: RFIS)에 적절히 고정된 유아가 에어백 팽창 장치 모듈로 향해진 유아 좌석 후면의 근접성 때문에 에어백의 전개로 인한 부상 또는 죽음에 이르는 약점이 또한 있다.

에어백 팽창장치는 실례로, 안전 위치외의 승객에게 부상을 일으킬 수 있는 해당 에너지 및 동력 수준을 초래할 수 있는 30MPH 장애물과 등가의 충돌을 받을 때 벨트를 매지 않고 정상적으로 좌석에 앉은 50% 승객을 보호할 수 있는 능력에 해당하는 억제 능력으로 설계된다. 상대적으로 드물기는 하지만, 에어백 팽창장치가 작동하지 않았다면 승객들이 상대적으로 부상을 당하지 않은 상태로 생존할 충돌들에서 에어백 팽창장치가 원인이 되는 부상 또는 사망의 경우들은 보호되어야 할 승객들을 부상당하게 하는 에어백 팽창 장치들에 대한 잠재적인 문제점 또는 제거하기 위해 추진력을 제공한다.

에어백과 같은 차량 안전 장치들용으로 공시된 전개 시스템들은 전개 결정 처리가 시작되기 전에 호스트 차량이 장애물 또는 다른 차량과 실제로 충돌되는게 요구된다. 적절한 시점에서, 센서들은 호스트 차량의 가속도를 검출하여 하나 이상의 안전 시스템들을 전개한다. 그래서, 충돌이 가속도 대 시간 측정 특성값을 기초로만 식별된다. 현존하는 충돌 후 검출 시스템의 단점은 작동 안전 디바이스를 전개하기 위한 유효한 시간이 매우 짧다는 사실로부터, 특히, 승객 억제 시스템이 큰 안전 혜택을 제공할 수 있는 측면 충돌 또는 고속 정면 충돌에 대해서 발생된다. 이런 짧은 시간 구성때문에 승객이 에어백과 잘 정렬되지 않은 경우에 에어백의 팽창률이 너무 커서 큰 부상 또는 죽음에 가능할 정도의 에어백 팽창률이 유발된다.

에어백 팽창 장치에 의한 부상을 감소시키기 위한 한가지 기법은 실례로, 에어백 팽창 장치내 가스 발생량 또는 그 팽창률을 감소시켜 해당 에어백 팽창 장치의 파워 및 에너지 수준을 감소시키는 것이다. 이것은 승객에게 부상을 입힐 위험을 감소시키지만 이와 동시에 에어백 팽창 장치의 억제 능력을 감소시키며, 이 때문에 승객이 더 큰 격렬한 충돌을 받을 때 승객들이 더 큰 부상위험에 처하게 된다.

에어백 팽창 장치에 의한 승객의 부상을 감소시키기 위한 다른 기법은 충돌의 격렬함에 반응하는 팽창장치의 팽창률 또는 용량의 비율을 제어하는 것이다. 선행기술은 명확히 독립 구분된 단계들 및 상용하는 점화 회로들을 가지는 다단계 팽창장치들의 사용을 개시하는데, 점화회로에 의해 단계들이 효과적인 팽창률을 제어하도록 지연된 연속시간으로 점화될 수 있거나 또는 효과적인 팽창장치 용량을 제어하기 위해 단계들이 점화되는 것이 방지될 수 있다. 선행 기술은 저장된 가스 및 독립적으로 점화되는 복수의 파이로테크닉 가스 발생기 요소들의 조합을 가지는 하이브리드 팽창장치의 사용을 개시한다. 더구나 선행 기술은 팽창장치로부터의 가스의 방출 흐름을 제어하기 위한 제어 밸브들의 사용을 또한 개시한다. 팽창 비율 및 용량은 감지되거나 또는 평가된 충돌의 격렬함에 반응하여 제어될 수 있어, 보다 작은 격렬한 충돌들은 더 큰 격렬한 충돌보다 더 작은 팽창률 또는 팽창 용량이 요구된다. 더 작은 격렬한 충돌들이 더 큰 격렬한 충돌들보다 더 많이 발생할 수 있고, 이런 제어된 팽창장치가 더 큰 격렬한 충돌들보다 더 작은 격렬한 충돌 조건하에서 덜 공격적이기 때문에, 에어백 팽창장치에 의해 부상의 위험에 있는 승객들은 충돌의 크기 또는 위치 때문에 전체적으로 이들이 덜 공격적인 팽창장치에 더 많이 노출될 수 있기 때문에 덜 부상당할 것이다. 그러나, 보통 위치의 승객들에게 충분한 억제력을 제공하도록 팽창 장치가 의도적으로 공격적으로 제작될 때 이런 승객들의 부상 위험이 더 큰 심각한 충돌의 상황에서 감소되지 않을 것이다.

이상적으로, 에어백은 보통 좌석의 승객과의 어떤 상호작용 전에, 그리고 안전 위치외의 승객이 팽창하는 에어백에 의해 부상당하지 않는 충분히 낮은 비율로 팽창될 것이다. 충분히 심각한 충돌에 대비해, 에어백은 충돌 감지시스템이 내재하는 충돌들을 예측할 수 있도록 요구하는데, 이는 안전 위치외의 승객들이 안전하도록 충분히 느린 팽창 비율로 에어백을 팽창하는데 필요한 시간이 팽창된 에어백과 상호작용을 시작하도록 이동하는 승객을 위해 필요한 시간 또는 승객이 안전하게 감속되도록 승객이 이동되게 요구된 시간보다 더 클 수 있다.

현재의 감지 기술은 실제 충돌의 발생을 검출하도록 가속도계들을 사용하므로, 충돌 이전에 안전 장치들을 작동하는게 불가능하게 한다. 레이다 센서들은 다른 차량들로부터 안전 거리를 유지하는 점에서 단지 차량의 운전자에게 편의를 제공하며 엔진을 제동하거나 또는 감속하여 호스트 차량을 감속시키는 지능 순환 제어 응용품들을 위해 현재 연구중이다. 이런 시스템의 파손은 운전자에게 불편만을 끼치며 운전자가 차량 자체 거리를 유지하도록 강제한다. 그러나, 충돌 예측 센서들은 승객들 안전이 위험에 처하기 때문에 100% 효율로 작동해야만 한다. 이것에 비추어, 시스템은 모든 상상가능한 작동 상황들 및 교통 시나리오들하에서 신뢰가능하고 감속 방식으로 작동해야만 한다.

현재, 레이다 센서들은 호스트 차량이 충돌을 피하여 급격히 감속되거나 조정되는 충돌 방지를 위해 또한 연구되고 있다. 그러나, 이 시스템들은 안전 억제 시스템들의 전개 결정 과정에 통합되지 않는다.

현존하는 충돌 후 검출 시스템들의 단점은 작동 안전 장치를 전개하는데 사용될 수 있는 시간, 특히 승객 억제 시스템이 큰 안전 혜택을 제공할 수 있는 측면 충돌 또는 고속 정면 충돌들에 대한 시간이 매우 짧다는 사실로부터 발생된다. 이 짧은 시간 프레임들 때문에 승객이 에어백과 잘 정렬되지 않은 경우 에어백의 팽창률이 너무 커 부상 또는 죽음도 발생가능한 에어백 팽창률이 유발된다.

제한된 지능 순환 제어 시스템들의 단점은 관측 범위가 차량의 전방 좁은 처선폭(최대 10-12도)으로만 되

는 것이다. 그러므로 이 시스템들은 각도 밖의 전방 또는 측방 충돌들을 검출할 수 없다.

충돌 회피 시스템의 단점은 차량을 안전하게 능동적으로 조정하도록 차량의 제어가 운전자에 의해 행해진다는 것이다. 시스템은 안전 주행코스를 검출하기에 충분한 지능을 필요로 하는데, 이것이 프로세싱에 필요한 시간을 증가시키고 시스템의 전체 비용을 증가시킨다. 부가적으로, 대부분 충돌 회피 시스템들은 호스트 차량이 이동중이고 다른 물체와 충돌할 경우의 상황만을 어드레스한다. 정지 호스트 차량 및 이동중이며 충돌의 원인이 되는 타겟 차량의 결과는 적절히 어드레스되지 않는다.

근접 이격된 각도의 물체들을 측정하기 위해, 모든 시스템들은 시스템에 부가 비용을 부가시키는 매우 협소한 레이다 빔폭들에 의존하고, 바람직하지 않게 안테나가 차량상에 설치하기에 크고 어려울 수 있다.

일반적으로, 공지된 자동차 레이다 시스템들은 타겟에 대한 정보 범위를 사용하며, 이후에 시간이 경과함에 따라 거리의 변화를 측정하기 위해 연속적인 범위 측정값들을 사용하여 타겟의 속도를 측정한다. 이런 자동차 레이다 시스템들은 이중 주파수 범위결정 방법 또는 연속 선형 주파수 변조(FM) 신호들을 사용한다. 이중 주파수 방법은 두 신호들 사이의 비교 위상으로부터 범위를 얻도록 두 톤(tone)들을 사용한다. 선형 FM 접근법은 시간에 따라 주파수를 증가시키는 연속 소인 램프 파형(swept ramped waveform)을 사용한다. 이것이 이후 계속해서 반복된다.

이중 주파수 방법은 범위를 측정하기 위한 레이다 빔내의 단일 목표물에 대해서 사용될 수 있다. 그러나, 충돌 예측 감지 응용에 있어, 레이다는 각각의 이런 타겟이 잠재적 충돌에 노출되기 때문에 대상 범위 내의 변동 범위들에서 다수의 타겟들을 추적할 필요가 있다. 다수의 타겟들을 위해, 다수의 램프들이 요구되므로 다양한 램프들 및 그 결과 신호들을 검출할 수 있는 매우 복잡한 레이다 시스템의 필요성이 발생된다.

본 발명의 요약

본 발명의 목적은 실제 충돌 이전에 호스트 차량과 충돌할 수 있는 물체들을 감지할 수 있는 시스템을 제공하는 것이다. 본 발명은 충돌하는 물체의 충돌까지의 시간을 측정하고, 유형을 식별하여 차량 승객의 안전을 향상시키도록 이하 하나 이상의 차량 장치들: a) 잠재적인 충돌에 의해 급박한 위험에 처한 운전자에게 경고하는 경고 장치, b) 가능하면 잠재적인 충돌을 자동으로 회피하기 위한 차량 제동 및/또는 조종 시스템 및 c) 에너지 흡수 좌석벨트 인장장치 및 다양한 비율의 에어백 팽창장치와 같은 승객 억제 장치들을 제어하기 위해 충돌의 격렬함을 판정한다.

이하에 전체 기술되는 것처럼, 본 발명은 충돌 예측 감지 및 전개 제어 시스템에 이하의 특성을 제공한다:

1. 호스트 차량 속도 벡터 주변의 큰 각도 범위(실제로, $> \pm 100^\circ$)를 통해 스캔한다.
2. 모든 잠재 위험 물체들이 계산되는 것을 보장하도록 동시에 다수의 물체(실제로, > 25)들을 추적한다.
3. 능동 안전 시스템을 전개하기 위해 충돌의 확률, 충돌까지의 시간, 충돌의 격렬함 및 충돌 지점/각도를 얻도록 전방으로 추적을 적시에 투영한다.
4. 주어진 센서 보고가 오류 경보인지를 결정하기 위해 모든 센서 보고를 가능 충돌 물체로 간주하여 위험 평가 분석을 이행하여 충돌을 놓칠 가능성을 크게 감소시킨다.
5. 호스트 차량 속도, 진로방향, 위치 등에 관한 데이터들 요구하지 않으며, 도로 상태(실제로, 곡선, 직선 도로)의 데이터 및 가능 충돌 물체를 놓치는 것을 더욱 방지하기 위한 도로내 호스트 차량의 위치 인식을 또한 필요로 하지 않으므로써, 차량이 제어불능일 때의 제동상태 미끄러짐 또는 미끄러짐 동안 시스템의 신뢰도를 증가시킨다.
6. 독특한 신호 부호화로 기인된 영역내 기타 유사 시스템들로부터의 간섭을 방지한다.
7. 외부 에어백들과 같은 외부 손상 감소 시스템들 뿐만 아니라, 차량 제어체 및 좌석 벨트 예비 인장기, 에어백, 브레이크 같은 승객 억제 시스템들 전개 방법 및 혼합을 전개하고 제어하는데 이용된다. 운전자가 기본 회피(실제로, 핸들 조정 또는 부가적 제동)를 위해 운전자에게 급박한 충돌을 경고하는데 또한 사용된다.
8. 충돌의 시간 및 격렬함의 측정을 개선시키기 위해 높은 위험 가능 타겟의 경우에 여러 위치 정보로부터 갱신 비율을 증가시키기 위해 적절히 스캔하거나 안테나를 지향한다.
9. 호스트 차량이 다른 움직이거나 정지된 물체와 충돌할 경우 또는 다른 차량이 호스트 차량과 충돌할 경우, 심지어 호스트 차량이 근접 각도의 넓은쪽 범위 이상으로 정지된 경우 조차도 검출한다.

본 발명의 부가적인 목적은 레이다의 협소 빔폭 없이도 근접 이격 각도의 물체들을 검출하는 자동차 충돌 예측 감지 레이다를 제공하고, 동일 범위에 있는 정지 및 이동 물체들을 분석하며 용적 측정 클러터에 비해 개선된 성능을 제공하는 것이다.

본 발명의 더 부가적인 목적은 향상된 타겟 검출을 위해 개선된 신호 대 잡음 비 및 조밀 거주 영역들을 위해 레이다의 감소된 전송 전력을 가지는 자동차 충돌 예측 감지 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명에 따라, 거리 도플러 이미지는 모든 타겟들의 속도가 동시에 발생되도록 이용될 뿐만 아니라, 또한 레이다 빔내 다수 타겟들의 보조 안테나 빔 분석능력을 제공하도록 이용되는 것이다. 이것은 본 발명의 시스템이 보다 광폭 빔을 사용하여 자동차 주변의 전체 탐색 용량을 보다 신속하게 포함한다. 이것은 또한 다중 빔 어레이(MBA)에 사용될 수 있는 빔들 갯수 또는 위상 어레이 안테나 크기에 관한 레이다 시스템의 복잡성을 또한 감소시킨다.

본 발명은 또한 적절한 도플러 이미지가 용량 측정 클러터에 비해 개선된 성능을 허용한다. 소다수 강점과 같은 작은 목적물의 모음이 고가도로에서 던져 진다면, 가장 많이 알려진 레이다 시스템들이 속여져 급박한 충돌을 예측한다. 대조적으로, 본 발명은 클러터(clutter)를 비위협체로 분석하기 위해 개선된 거리

분해능 및 거리 도플러 이미징의 조합을 이용한다.

본 발명은 특정 위치에 안테나의 가변 드웰을 제공하여, 도플러가 어떤 소기의 분해능까지 회복되도록 허용하는데 반해 또한 위협체를 포함할 수 있는 영역들의 자동 강화된 조사를 제공하는 것을 허용한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 한 가능한 환경을 예시.

도 2는 차량상의 본 발명의 장착 가능한 위치들을 예시.

도 3은 본 발명의 블록도.

도 4a는 본 발명에 따른 연속적인 스캐닝 처리를 예시.

도 4b는 본 발명에 따른 적절한 스캐닝 처리를 예시.

도 5는 본 발명에 따른 RF 송신기/수신기 모듈의 한 양태의 블록도.

도 6은 차량에 본 발명의 합체를 예시.

도 7은 본 발명에 따른 처리 단계의 일반적인 블록도.

도 8은 본 발명의 한 가능한 환경에 대한 레이더 회신 신호들을 예시.

도 9는 본 발명에 따른 호스트 컴퓨터의 작동 블록도.

도 10은 타겟까지의 거리를 감소시킴에 따른 교차 영역 분해능의 개선을 예시하며, 해당 타겟의 크기를 측정하도록 인접 스캔 위치들로부터의 거리 측정값들이 어떻게 클러스터링을 통해 조합될 수 있는지를 부가적으로 예시.

도 11은 본 발명의 블록도.

도 12는 3 개의 다른 거리들에서 4개의 물체들을 가지는 환경에 대한 레이더 회신 신호의 진폭을 예시하는 것으로, 물체들 중 둘은 동일 거리에 있지만 호스트 차량에 대해 다른 속도들을 가진다.

도 13은 도 12에 따른 물체들의 거리/도플러 도면을 예시.

도 14는 양자화 LFM신호 예시.

발명의 상세한 설명

도 1을 참고하면, 충돌 예측 감지 시스템 환경의 한 실시예를 예시하는 것으로, 호스트 차량(3)은 도로를 따라 이동중이다(또는 도로상에 정지되어 있을 수 있다). 도로 표지들, 가드레일들, 고가도로들, 나무들 및 주차 차량들등과 같은 다양한 정지 물체들이 도로를 따라 존재한다. 부가로, 보행자들, 자전거들, 오토바이들, 차량들, 트럭들 및 가능하게는, 나란히 운행중인 기차들 또는 횡단하는 트럭들과 같은 기타 정지되지 않은 물체들이 존재한다. 호스트 차량(3)은 이런 복잡한 광경을 통해 이동하며 본 발명의 충돌 예측 시스템의 목적은 어떤 물체(정지 또는 이동중인)라도 호스트 차량에 위협체로 제기된다면 어느것인지를 판단하는 것이다. 위협의 확률 및 위협의 유형은 이때 계산되고 운전자 경고들로만 한정되지 않고 좌석 벨트 예비 인장, 에어백 준비와 팽창 및 제동하기등을 포함하는 적절한 작동이 이행되어야 한다. 호스트 차량(3)에 대한 위협이 다수의 방향들로부터 발생할 수 있으며 작동 억제 시스템내의 특정 성분들의 작동을 요구하거나 또는 요구할 수 있는 다양한 위협의 수준들로 구성될 수 있다. 실제로, 차량과 충돌하는 자동차에 비교되는 호스트 차량(3)과 충돌하는 자전거를 위해 다른 전략이 사용된다.

본 발명의 충돌 예측 감지 시스템(10)이 차량의 외부에 합체된다. 센서의 위치는 방해받지 않는 적용범위의 전체 소기 면적의 시야를 제공하는데 기초를 둔다. 도 2는 시스템의 가능 위치들을 도시하는데, 시스템은 자동차 앞 유리창(12a) 위의 지붕라인에, 후드(12b)상의 자동차 앞 유리창의 베이스에, 공기 흡입구(12c)처럼 위치된 중간 후드상에, 각각의 헤드라이트(12d)상에 또는 범퍼(12e)의 각각의 코너에 소기의 총각도 적용범위를 제공하도록 위치된다.

본 발명의 충돌 예측 감지 시스템(10)은 도 3에 도시된 요소들을 포함한다. 이들 요소들은 센서 개구(12), 빔 조정 장치(14), 센서 송신기(36), 센서 수신기(38), 및 센서 처리기(30), 호스트 컴퓨터(34) 및 작동 억제 시스템들에 결합부를 제공하는 인터페이스(40)를 포함하는 신호 처리기(30)를 포함한다.

센서 개구(12)는 '창(window)'을 외부 환경 센서에 제공한다. 개구(12)의 투명도 특성은 IR, 마이크로파 또는 밀리미터파 RF신호들처럼 환경을 감지하는데 사용되도록 전자기(electromagnetic) 신호의 파장에 좌우된다. 개구는 마이크로파 또는 밀리미터파 RF 신호들을 사용하는 시스템들의 경우에는 시스템 안테나를 또한 합체하거나 포함할 수 있다. 빔 조정 장치(14)는 매우 큰 각도 정밀도를 가지는 시스템을 유지하는 동안 시스템이 전체 대상 범위(적어도 $\pm 100^\circ$)를 스캔하도록 허용한다. 더구나, 빔 조정 장치(14)는 전자기 방사의 빔이 방위각 스캔 범위 이상 약 10도 간격들로 위치되도록 한다. 좀더 상세하게는, 다중 빔 안테나는 14부터 30개까지의 별개의 빔 위치들을 가지며, 바람직하게는 전체 스캔 범위를 포함하는 21개를 가질 것이다. 빔 조정 장치(14)는 전자식(실제로 페이즈드 어레이 또는 다중빔 안테나), 전기광학식 또는 기계식일 수 있다. 방법은 도 4a에 예시된 대로 연속 반복 스캐닝, 또는 적합하거나 또는 무작위의 스캐닝을 입증하는데, 여기서 안테나(12)는 더 정밀한 분석, 실제로, 도 4b에 예시된 높은 위협 타겟들의 더 나은 속도 분해능을 위한 더 긴 드웰 시간을 허용하도록 동시에 스캐닝(실제로, 한 위치에서 스캐닝부터 인터리브 시동하는)하는 동안 안테나(12)는 특정 위치로 신속히 조정될 수 있다. 빔 조정 장치는 전체 스캔 분량을 통해 적어도 20-40Hz로 스캐닝 할 수 있어야 한다. 적절하거나 또는 무작위 스캐닝 모드에서, 시스템은 비틀림 비율로 기인된 센서 데드 타임을 감소시키기 위해 극소 마이크로초내에 특정 방향을 가리키도록 설계된다. 각각의 빔 위치에 있는 동안, 센서는 소기의 타겟 분해능 및 정밀도에 좌우되는 시간의

가변량을 소모할 수 있어야 한다. RF센서 접근법을 위해서, 빔 조정 장치는 안테나를 인접 빔 위치들로 계속 지향하게 하는 것을 기본으로 하는 단펄스 각도 측정 접근법을 채용한다. 실제로, 센서가 빔 위치 (6)를 가리키도록 지향된다면 센서는 더 나은 각도 정밀도를 제공하도록 5 및/또는 7도 잘 가리킬 것이다.

송신기는 신호를 전송하기 위해 전자 명령(electronic command)을 실제 전파된 RF 또는 전기 광학 신호로 변환한다. 바람직하게, 센서 송신기(36)는 그와 동일한 유사종들에 사용될 수 있는 기타 어떤 유사 시스템들로부터의 시스템 간섭을 방지할 뿐만 아니라 세밀한 영역 분석을 허용하도록 신호를 부호화할 수 있다. RF 이행에 있어, 바람직한 방법은 선행 주파수 변조 연속파(LFM-CW) 파형을 사용하는데 센서를 사용하는 것이다. 이 파형은 검출능력을 차량의 1미터 이내에 제공하며, 최소 피크 전력 송신기를 제공하고 타겟 속도를 제공하는데 사용될 수 있다. 펄스 RF 시스템이 또한 사용될 수 있지만 근접 영역 타겟 검출을 보조하기 위해 매우 협소한 펄스를 필요로 한다. 이 협소한 펄스들은 긴 범위의 검출을 제공하기 위한 매우 높은 피크 전력 또는 짧고 더 긴 범위 작동을 위한 짧고 긴 시간 지속 펄스들의 혼합체를 전송하는 더 많은 복합 파형을 필요로 한다. 정밀한 충돌 시간 측정을 제공하도록 충돌 순간까지 추적의 정확성을 유지할 수 있어야만 하기 때문에 근접 범위 검출 특성은 충돌 예측 시스템에 중요하다. 적절한 순환 제어체와 같은 기타 자동차 레이더 응용품들에 있어서, 이 근접 범위 검출이 필수적이지 않은데, 이는 시스템이 다른 차량 사이의 넓은 최소 간격을 유지하도록 설계되기 때문이다.

LFM파형의 바람직한 실시예는 도 14에 예시된 LFM의 이산 계단 주파수 근사값에 사용되는 것이다. 이 이행은 특정 주파수들을 매우 정밀하게 발생할 수 있는 신규한 저비용 직접 디지털 합성기 기술의 사용을 보조한다. 상호 차량 간섭의 효과를 감소시키기 위해 이것은 특정 주파수 세트를 각각의 차량에 제공하는 것을 또한 용이하게 보조한다. RF 이행을 위한 송신기 보조시스템의 바람직한 실시예는 저주파 LFM 신호를 발생하여 이를 송신된 주파수로 변환하는 도 5에 도시된 대로 업 컨버팅 혼합 장치를 사용하는 것이다. 이 접근법은 LFM신호의 선형성을 조심스럽게 제어하는 개선된 능력을 광범위한 온도에 걸쳐 자동차에 제공된 큰 불규칙 프라이밍 전력을 통해 제공한다. 전기 광학 센서가 RF센서보다 다소 더 사용되는 경우, 바람직한 실시예는 매우 협소한 레이저 펄스의 플라이트(flight) 시간을 사용하는 것이다.

센서 수신기(38)는 신호 처리기에 의한 분석을 위해 송신된 신호를 적절한 전기 신호로 재 변환한다. 이것은 전송된 신호의 어느 다운컨버팅도, 전송된 파형으로 사용된 어느 부호화를 복조 및 시스템 처리기로 프로세싱하기 위한 기저대역 비디오 신호의 생성을 포함한다. E-0 시스템을 수신기의 바람직한 실시예는 선정 시간 위도우내의 최종 회신 펄스의 검출을 지원하는 광검출기술을 사용하는 것이다. 이것은 시스템이 시스템 개구(12)상의 부스리기에서 기인된 매우 근접한 범위 펄스 회신 또는 안개 및 먼지에서 기인된 회신을 무시하도록 허용한다.

도 5를 참고로 RF시스템에 대해 좀 더 상세하게는, 레이더 시스템(10)은 신호처리기(30)의 제어하에서 주파수들의 특정 시퀀스를 합성하기 위해 직접 디지털 합성기(direct digital synthesizer : DDS)(24)를 도입한다. 직접 디지털 합성기(24)는, 실제로 40-100 나초초 간격들 내의 주파수를 변화시켜 생성된 주파수들을 매우 빨리 변화시킨다. 직접 디지털 합성기(24)는 단일 종상 광대역 장치 또는 전체 소기의 주파수 대역을 포함하는 오프셋 주파수들의 빗살형 필터망을 갖는 규격중의 합대역 합성기로부터 개발될 수 있으며, 이는 담당자에게 잘 이해될 것이다. 중간 주파수(IF)원(26)은 혼합기(18.3)에 의해 직접 디지털 합성기(24)의 출력과 혼합되며 혼합기(18.3)로부터의 출력은 약 470MHz의 주파수를 가지는 RF전송신호를 생성하도록 혼합기(18.1)에 의해 직접 기준 발진기(DRO)(20) 또는 건(Gunn) 다이오드로부터의 출력과 혼합하여 더욱 업 컨버팅된다. 대상 근접 차량(3)의 범위를 설명하도록 하나 이상의 안테나(12.1, 12.2, 12.3)들에 의해 신호가 전송되도록 하는 원인이 되는 신호처리기(30)의 제어하에서 RF전송신호는 서클레이터(16)를 통해 안테나 빔 도파기(14)로 통과한다. 다수의 고정 안테나(12.1, 12.2, 12.3)들, 단일 이동가능 안테나 또는 페이즈드 어레이 안테나는 본 발명으로부터 벗어남없이 도입될 수 있다.

송신된 신호는 하나 이상의 고정 또는 이동 타겟들로부터 반사되어 안테나 시스템(12)에 의해 수신된다. 그후, 수신된 신호는 직접 기준 발진기(20)로부터의 출력과 혼합하여 신호를 다운컨버팅하는 혼합기(18.2)로 서클레이터(16)에 의해 안내하여 다운컨버팅된 신호는 변조 IF 레이더 신호를 형성하도록 그 신호가 더 다운컨버팅되는 혼합기(18.4)에 의해 직접 디지털 합성기(24)의 출력과 혼합된다. 변조된 IF 레이더 신호는 직교 이상기(phase shifter)(28)에 의해 위상 변이되며, 변조된 IF 레이더 신호 및 직교 위상 변이된 변형 둘다 변조된 IF 레이더 신호의 진폭 및 위상(A, θ)을 포함하는 복소수 측정값을 신호 처리기(30)에 제공하도록 각각의 A/D 컨버터(26.1, 26.2)들에 의해 샘플화 된다. 신호 처리기는 레이더 시스템(10)의 관측 범위내 타겟의 범위 및 속도를 검출하여 충돌이 발생하지 않을지를 예측하여, 만약 충돌 발생이 예측된다면, 승객의 부상을 감소시키기 위해 안전 억제 시스템(32)의 작동을 제어하도록 적절히 시간 신호를 전송한다.

도6를 참고하면, 다수의 안테나(12.1, 12.2, 12.3)들이 차량(3)의 전방에 장착되어 있으며 실제로, 급박한 충돌에 응답하여 전방 에어백 시스템(7.1, 7.2)들을 작동시키는 안전 억제 시스템(32)에 부가로 결합되는 레이더 처리기(100)에 연결된다.

센서 처리기(33)는 유입 데이터를 분석하여 타겟 및 오류 경보를 검출한다. 센서 처리기(33)는 타겟의 거리, 거리 비율, 방위각 및 진폭을 계산하고 이 데이터를 시간 태그(tag), 스캔 수 또는 각각의 보고용 전류 빔 갯수와 함께 호스트 컴퓨터로 전송한다. 이 처리기 RF 센서 이행만을 위한 것임을 주목하라. E-0 시스템에 있어, 센서 검출기는 타겟 거리, 각도 및 진폭을 곧바로 호스트 컴퓨터에 제공한다. RF 센서 프로세싱 태스크의 바람직한 실시예는 도7에 제공된다. 프로세싱은 예비-프로세싱(202), 거리 압축(204), 통합(206) 및 검출(208)의 태스크를 포함한다.

예비 프로세싱 태스크(202)는 DC 바이어스 제거, 1/Q 진폭 불균형 및 누설제거(LFM-CW 이행에서)를 포함한다. DC 바이어스는 유입 레이더 파형의 어느 일점 진폭 오프셋도 제거하는 것이며, 1/Q 불균형은 센서 수신기의 정위상 및 직교 검출기들 사이의 어떤 가변성이라도 조정하는 것이다. 누설 제거는 RF 에너지를 다수의 빔 방향들로 안내하는 개구 스위치들의 한정 효율에서 기인되는 어느 신호라도 제거하는 것이다. 충돌예측 시스템에 대해서, 통합적으로 누설이 다수의 타겟들보다 더 크고, 이 에너지에 의해 감지할 수

있는 근접 거리 타겟들을 초래할 수 있기 때문에, 이 제거가 필요하다. 바람직한 실시에는, 상기 참고된 출판 ASL-188-PRO에 기술된 대로, 타겟들이 존재하지 않을때 실제 누설이 임시로 계산되어 나중에 유입 신호들을 정정하는데 사용되도록 저장되는 다이내믹 누설 제거를 이행하는 것이다.

거리 압축 태스크(204)는 사용되는 RF 센서가 펄스이거나 또는 CW인 경우, 두 별개의 이행을 가진다. CW 이행에 있어, 거리 압축 태스크는 고속 푸리에 변환(FFT)을 사용하여 유입 파형의 주파수 분석을 이행한다. LFM-CW 시스템에 있어, 타겟의 거리는 그 회신 신호의 주파수와 직접 비례하므로, FFT가 레이다 신호를 범위 대 타겟 진폭 도면으로 변환한다. 펄스 이행에 있어, 이 태스크는 일정 거리 분해능 및 센서의 최대 작동 거리까지 검출 성능을 시스템이 유지하도록 허용하기 위해 먼 거리 검출에 사용되는 보다 긴 시간 주기 펄스들의 압축을 주는 원인이 된다. 바람직한 실시에는 디지털 부호화된 펄스를 사용하는 것인데, 이를 위해 각각의 차량이 간섭의 영향을 감소시키도록 그 자체 코딩을 가지는 것을 허용한다. 그 거리가 증가함에 따라 각각의 차량 센서에 의해 감지되는 증가 영역에서 기인된 근접거리 펄스들에 비해 먼 거리 펄스들을 위해 호스트 차량 작동 거리내에 다른 차의 존재 확률이 증가하기 때문에 이것은 이들 긴 거리 펄스들에 유용하다. 통합 태스크는 부가 처리기 이득을 통해 부가적인 타겟 신호 대 잡음비를 향상시킨다. 처리된 거리 대 진폭 데이터의 다수의 실시예의 코히어런트 또는 비 코히어런트 통합의 가능한 두 가지 실시예가 있다. 코히어런트 모드에 있어, 거리-진폭 데이터의 다중 스냅샷(snapshot)은 각각의 거리 셀에 도플러 정보를 제공하도록 각각의 거리 위치에 대해 다시 고속 푸리에 변환된다. 교량 받침 대 결으로 주행하는 차량처럼, 동일 거리 셀을 차지할 수 있는 정지 및 이동 타겟들을 시스템이 분석하기 위해 허용하도록 하기 때문에 이것은 바람직한 실시예이다. 센서가 전원(power supply)의 잡음등으로 기인된 데이터 오류를 범하기 쉬운 상황에서 행렬차 통계(rank-order statistic)는 바람직하다. 이 모드는 다중 LFM 펄스들 또는 펄스 그루핑들을 통해 레이다가 코히어런스를 유지할 수 있는 경우 사용된다.

도 12를 참고하면, 충돌 예측 시스템(10)은 각각의 빔 위치에서의 통합적 LFM 계단 주파수 프로세싱으로부터 일련의 거리-진폭 프로파일들을 발생시킨다. 이 레인지 프로파일들은 시스템의 최대 거리에 대해 모든 거리 셀 외부에 상응하는 시간계의 고속 푸리에 변환(FFT)을 발생시켜 연속적으로 처리된다. 결국 도 13에 도시된대로 주어진 빔 위치에 대한 거리-도플러 이미지가 나타난다. 도12에 도시된 실례로 예시된 것처럼, 차량의 전방에서 검출된 3개의 타겟들이 존재함을 거리 프로파일의 가리키지만, 그러나 도 13의 거리-도플러 이미지는 실제로 4개의 타겟들이 존재하여 이들중 둘은 동일 거리에 존재함을 나타낸다. 도플러 프로세싱은 다수 타겟들의 검출을 각각 다른 속도에서(또는 가능하게는 빔내의 방위각으로 다른 위치에서) 허용한다.

그러므로, 자동차 레이다 시스템에 제공하는 이런 배치의 이점은 소형 차량의 경우, 실례로, 천천히 움직이는 오토바이가 호스트 차량 전방에 위치하고, 트럭이 그 오토바이와 다른 속도로 다음 차선에서 움직인다면, 호스트 차량은 비검출 사고를 초래할 수 있는 오토바이를 보지 못할 것이라는 점이다. 도플러 프로세싱으로 현재의 시스템은 오토바이를 검출할 것이다. 다른 응용은 호스트 차량이 터널내에 있거나 또는 교량 또는 고가도로 아래에 있는 경우 및 차량이 호스트 차량 전방에서 좀 더 천천히 이동중에 있을 경우, 레이다는 터널/교량 구조체로 인한 간섭 때문에 타겟 차량을 보지 못할 수 있다. 도플러 프로세싱은 차량이 감지되도록 허용할 것이다.

도플러의 자동차 레이다 응용에 중요한 다른 독특한 특징은 집적 시간 또는 FFT(도플러) 프로세싱과 통합된 거리 프로파일의 갯수가 변동되며 도11에 도시된 대로 위험 프로세싱 논리에 의해 지시되는 것이다. 실례로, 타겟이 차량의 전방에서 검출되며, 이것이 실제로 다수의 타겟들이 동일 거리에 존재하는지 판단하기에 바람직한 경우, 레이다 컨트롤러는 그 위치에 유지하도록 안테나를 자항하고 레인지 프로파일의 보다 긴 셋트가 모아질 것이다. 이런 것 보다 긴 셋트는 타겟들의 도플러의 개선된 분해능력을 제공할 것이다.

실례로, 레이다가 460㎐ 레이다에 대하여 3.7마일 초동안만 해당 위치를 감지한다면, 시스템은 시간당 1.9 마일 속도로 이격된 타겟들을 분석할 수 있다. 마찬가지로 37마일 초 통합동안은, 시스템이 0.2mph의 검출 분해능을 가질것이다. 보다 고주파수 레이다들에 대해서, 이 시간은 좀 더 짧아질 것이다. 이것은 50미터 거리의 인접 고속도로 차선들에 존재하는 두 타겟들을 분별하기에 충분한 분해능이다. 이것은 호스트 차량이 오토바이를 인접 트럭으로부터 분별하도록 하는데 반해, 여전히 보다 광폭의 안테나 빔을 사용한다. 레이다 시스템은 레이다의 한 스캔을 건너뛰고 대신에 단일의 높은 관심 빔 위치에 집중되도록 레이다 컨트롤러에 의해 제어될 것이다. 컨트롤러는 이것이 발생하는 횟수를 조정하여 총 탐색 공간이 샘플화중에 있고 비감지된 사고의 위험에 처하는 것을 방지한다.

이 시스템은 큰 영역이 안테나에 의해 스캔되어야만 하는(실례로, >180도) 충돌 예측 문제를 위해 이상적이다. 매우 협소한 빔폭이 사용되는 경우, 시스템은 어느 위치에서도 오래동안 드릴할수 없으며 충돌까지의 시간을 정확히 측정하는 그 능력을 제한할 각도 분해능력을 얻기 위해 타겟들의 정확한 도플러를 얻을 수 없을 것이다. 본 발명은 충돌까지의 시간을 측정하기 위해 타겟들의 정확한 도플러를 제공하며, 근접 각도로 이격된 타겟들을 분석하는 수단을 또한 제공하는데, 이는 시스템이 잠재적 충돌 사고들을 보다 확고하게 검출하도록 허용할 것이다.

제한된 시스템은 또한 시스템의 레인지 분해능을 조정하여 실례로, 시스템이 그 거리 프로파일들을 통해 타겟의 유형을 입증하길 원하는 경우(실례로, 그것이 차 또는 단지 도로표지라면), 레이다가 해당 빔 각도에 대한 높은 거리 분해능을 생성하도록 허용한다.

검출 태스크(208)는 셀로부터의 그것들을 배경신호들과 비교하여 각각의 거리 셀 상에서 상시 오류 경보 비율(CFAR)프로세싱을 이행한다. CFAR의 바람직한 실시에는 각각의 거리 위치에 진폭이 그 거리 셀 둘레의 진폭 분류 윈도우의 n번째 셀과 비교되는 순차통계 CFAR이다. 이것은 충돌 예측 감지 시스템에 필수적인 두 근접 자동차들과 같은 우수한 근접 이격된 타겟 검출을 제공한다.

도8에 나타난 것과 같은 통행 '장면'은 이 다수의 보고들로 구성된다. 호스트 컴퓨터(34)가 기본 충돌 예측 감지 시스템 알고리즘을 수행한다. 호스트 컴퓨터가 건물, 나무, 도로표지등과 같은 정지 물체로부터의 보고들 및 최종적으로 센서 수신기의 다양한 잡음원들에서 기인된 오류 보고들 (또한, 때때로 타겟이 그 크기 또는 산란 특성들 때문에 시스템 검출 용량 가까이 존재할 수 있기 때문에 부족한 보고들 또는 누

락된 보고들) 뿐만 아니라 실제 보고들을 포함하는 센서 보고들을 수신한다. 이들 입력들에 관한 호스트 컴퓨터(34)의 전체 작동이 도9의 순서도에 도시된다.

호스트 컴퓨터(34)의 기본 기능은 충돌 예측 센서가 감지하는 각각의 가능 타겟들의 추적을 진전시키는 것이다. 추적은 보고에 상응하는 평온 상태 벡터로 정의된다. 추적기의 바람직한 실시예는 칼만 필터에 근거한 다중 상태 데카르트 좌표추적 알고리즘을 사용하는 것이다. 타겟들(자동차들 등)에 대한 추적이 거리각도(극)센서 좌표들과 반대인 이 공간에서 선형이기 때문에 데카르트 좌표계가 사용된다. 극 좌표들에 있어, 타겟이 근접 레인지의 호스트 차량을 통과함에 따라 방위각으로의 급격한 가속도같은 매우 비선형적인 운동 역학을 통해 타겟들이 나타난다. 바람직한 실시예에 있어, 탐지기는 X-Y 좌표계의 각각의 타겟들 상의 위치, 속도 및 가속도 정보를 유지한다. 부가로, 추적 상태 벡터는 충돌의 격렬함을 평가할 때 중요 요소로 될 타겟 넓이 또는 크기의 측정값을 유지한다. 이 상태들은 호스트차량과 타겟차량의 가장 근접한 점(결과적으로 충돌의 확률이 있는)을 판단하기 위해 하류 충돌 측정 프로세싱에서 모두 요구된다.

호스트 컴퓨터는 고정(firm)되고 임시(tentative)적인 두가지 유형의 추적을 계속한다. 고정추적은 센서 처리기(33)에 의해 '발견'되는 추적이며 특성이 최종 N개의 스캔들중 M에 대한 보고로 갱신되거나 칼만 오차들 또는 어떤 다른 가능 계기의 원도우 평균을 움직여 측정될 수 있는 충분한 특성들로 구성된다. 추적 오차는 타겟추적의 소정 위치와 그 추적을 갱신하는데 사용되는 실제 보고 위치 사이의 차이로 정의된다. 실례로, 임시 추적은 최종 N개의 스캔들 내에서 M차례 이하로만 발견되는 감소된 특성을 가지는 모든 추적들이다. 시스템은 물체를 놓칠 확률을 크게 줄이기 위해 그렇지 않으면 증명될 때까지 모든 보고들이 가능한 추적들이라고 가정한다. 다른 비 위험 차량에 의해 위험 차량의 일시적 모호함과 같은 장면 의존 결과들 때문에 보다 낮은 추적특성이 기인될 수 있기 때문에 임시 탐지들이 확실한 추적과 동일 방식으로 위험 잠재력을 검토하기 위해 분석된다.

도 5를 참고하면, 호스트 컴퓨터(22)는 센서 처리기(33) 보고들을 수신하여 동일 타겟에 상응하는 보고들을 즉시 결합한다(102). 클러스터링 알고리즘들은 단일 큰 물체들(실례로, 측면의 트럭들, 가드레일들, 빌딩들)로부터의 다수의 보고들을 감소시키고, 추적된 물체들의 갯수를 감소시키며 근거리 및 원거리 타겟들에 대해 도10에 예시된 것처럼, 부분적 물체들보다 다소 완벽한 물체들을 논리적으로 통합하여 추적하기 위해 이행된다. 이 클러스터링은 가중된 유클리드 거리 및 K-수단 클러스터링 알고리즘들로 제한되지 않는다. 정상화 '거리' 함수에 근거한 가능 타겟 회신 셋들의 거리, 각도 및 속도에 근거한다.

$$\text{거리} = \sqrt{(\text{거리간격/센서의범위변동})^2 + (\text{교차-거리의간격/센서의교차-거리변동})^2 + (\text{속도의간격/센서의속도변동})^2}$$

이것은 시스템이 다리 근처 자동차 및 기타 정지 물체들을 별개로 추적하는 것을 허용한다. 동일 타겟으로부터 존재하는 보고들의 클러스터 중심을 결정하는데 부가하여, 알고리즘들은 또한 타겟의 교차 거리 크기를 계산한다. 이 값은 추적 시스템 변수들에 또한 포함되며 이값의 평탄한 추정은 각각의 부가 센서 입력과 계산된다. 원거리의 자동차와 같은 타겟들은 센서 각도 정밀도의 한계 때문에 정확한 측정을 하지 못할 것이지만, 타겟 거리가 감소함에 따라, 타겟은 다중 빔들에 대면하여 좀더 정확한 측정이 가능하다. 타겟의 각도 위치의 부분적 변동이 반사 영향(타겟 상의 랜덤 산란 위치들)으로부터 기인되기 때문에 교차 거리 보고 측정의 랜덤 변동의 임시적 분석 뿐만 아니라 각각의 안테나 스캔에 대한 총 계산된 범위의 가중 조합을 사용하여 타겟들의 범위가 계산된다. 이것은 타겟의 크기를 추적하기 위한 상태를 가지는 칼만 필터를 증가시켜 성취된다. 타겟이 보다 가까이 이동함에 따라 타겟이 더 커져야하기 때문에 타겟에 대한 그 값 및 거리(x, y상태)를 근거로 크기 상태가 갱신되고 예측될 것이다. 이것은 도로표지, 자전거동 및 차량들 또는 다른 큰 물체들과 잠재적으로 위험한 물체들 사이의 차이를 시스템이 감지하도록 허용할 것이다.

호스트 컴퓨터(34)는 근접하게 이격된(거리, 거리 비율 및 방위각에 있어) 보고들의 세트를 논리적으로 그 통합하고 이들을 또한 유사하게 근접 이격된 추적체들과 연결하여 추적체들과 결합을 위한 준비로 보고들을 예비 게이트(pre-gate) 제어한다. 이것은 효율적으로 전체 탐색 공간을 대상 영역으로 분할한다. 이것은 또한 보고 대 추적체 결합에 있어 시스템의 나중 프로세싱 요구를 크게 감소시킨다. 호스트 컴퓨터(34)는 보고들을 추적체들과 결합시킨다(108). 결합은 모든 보고들 및 모든 추적들 또는 모든 근처 보고들이 계획된 탐지 위치로부터의 그들의 상대적 거리를 기초로 추적 갱신에 공헌하는 것으로 가정된 확률 방법 사이의 총거리를 최소화하기 위해 전체 최적화 알고리즘들을 사용하여 이행된다. 추적체 및 보고들 사이의 상대적 거리는 각각의 추적체에 대한 각각의 보고의 상대적 공헌을 결정하는데 사용된다.

일단 결합들이 완료되면, 추적들은 이 새로운 보고 데이터를 사용하여 갱신된다(108). 새로운 데이터로 갱신되지 않은 추적체는 가정된 차량 동작 모델을 사용하여 그들의 소정 위치를 다음 스캔상으로 전진시켜 '추측방법(dead reckoned)'으로 된다. 보고 데이터로 갱신되고 고품질(실례로, 최종 N스캔들 중 갱신된M, 추적 오차들의 이동 평균 또는 기타 품질 측정값들)로 구성되는 임시 추적들은 고정상태로 전진되며(110) 충분한 품질(실례로, 최종 N스캔들 중 적어도 K로 확실하게 갱신되지 않은)로 구성되지 않은 고정 및 임시 추적들 모두 목록들로부터 제거된다(112). 이것은 호스트 차량에 의해 통과되어 더이상 센서의 관측 범위내에 존재하지 않는 물체가 더 이상 시스템에 대한 관심 대상이 아니기 때문에 물체들이 탈락되도록 허용한다. 갱신 및 탈락시키기 위한 품질 계기 전략의 사용은 랜덤 타겟 신호 요동들에서 기인되거나 또는 단주기 시간동안 다른 물체들에 의해 추적된 차량의 차폐효과 때문에 누락된 보고들을 시스템이 조종하도록 허용한다.

일단 추적들은 완벽하게 갱신되면, 다수의 시간 지연들 동안 이들이 제때(114)에 전방으로 투영된다. 각각의 시스템이 전개까지의 시간의 다른 크기들을 요구하기 때문에 이 지연들은 각각의 가능한 억제시스템들에 상응한다. 각각의 추적체의 위험은 가능한 가장 근접한 접근 분석점 및 가장 근접한 타원이 가장 큰 위험이 되는 연속된 동심 타원들내의 타겟 위치들에 기초한 지정된 레벨의 위험을 사용하여 평가된다. 위험의 확률은 추적의 정확도, 그 상태(임시 또는 고정) 추적의 품질(실례로, 최종 능동 갱신의 시간, 타겟

이 센서 관측 범위, 또는 기타 계기들에 존재하는 시간 간격을 초과하는 객체들의 총 갯수)을 기초로 방해 물체들로 지정된다. 각각의 추적에 대해, 추적 상대값들, 그 품질 계기 및 칼만 필터로부터의 그 공분산 매트릭스는 타겟 차량이 임의의 미래시간 T에 가장 실제로 위치될 가능성이 있는 영역 및 이 타겟과 호스트 차량의 위치사이의 겹쳐지는 크기에 관하여 확실한 측정값을 제공하도록 사용된다. 위치 오류 타원들은 단일 시간보다는 다소 다중의 시간들 동안 계산된다. 이들 시간 간격들은 반응시간 및 다양한 능동 안 전장차들의 방해에 의해 결정된다. 각각의 시간 계획 동안의 오류 타원, 위험물체 속도 및 위험물체 크기는 최적의 억제 전략 프로세싱(120)에 모두 제공된다. 억제 장치들의 조합이 이 변수들을 기초로 선택된다. 전략분석은 초기화 시간, 전개비용 및 전개의 양으로 구성될 트리거 명령을 가변 비율 에어백 팽창장치, 좌석 벨트 인장 장치 및 기타 가능한 장치들에 제공한다. 실제로, 능동 장치들의 한 가능한 분류체계는 하기와 같다 :

1. 가침 운전자 경고하기.
2. 좌석 벨트 예비 인장하기.
3. 차량 제동하기.
4. 외부 에어백 전개.
5. 내부 에어백 전개.

제때에 추적물의 전방으로의 투영이 시간 응답 및 방해에 역으로 의존함을 주목하라. 실제로, 운전자가 에어백 전개보다 가침 경고에 반응하는데 더 길게 소요되므로, 추적물은 경고를 위하여 전방으로 2초 및 에어백을 위해 200밀리초 투영 가능하다. 마찬가지로, 가침 경고는 덜 방해적이므로 오류경고가 오류 에어백 전개 만큼 정밀하지 않다. 적시에 더 먼 전방으로 추적물이 투영될수록 더 큰 오류가 그 위치에서 측정되기 때문에 억제 방해 및 그 전개 시간 사이의 병행이 이점이 된다. 그러므로 시스템의 방해가 더 큰수록 타겟 차량 위치가 더 정확하고 오류 경보 가능성은 더 낮아진다.

특정 실시예들이 상세하게 설명되는 반면, 당업자들은 이 설명들에 대한 다양한 수정들 및 변형들이 그 기술들의 전체 지침에 비추어 개발될 수 있음을 이해할 것이다. 따라서, 기술된 특정 배치들이 예시적으로만 의도된 것이지 본 발명의 범위에 관해 제한하지 않으며, 그 범위는 첨부된 청구항들과 이에 관한 어떤 및 모든 등가요소들의 전체 범위로 주어진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

차량용 충돌 예측 감지 시스템에 있어서,

- a. 전자기 에너지의 빔으로 지역 근접 차량을 비추고 상기 전자기 에너지에 의해 비추어진 하나 이상의 물체들에 의해 반사된 전자기 에너지의 상기 빔의 일부분들을 수용하여 차량에 대한 상기 타겟까지의 거리의 측정을 제공하기 위한 레이더 송신기/수신기 모듈;
- b. 상기 레이더 송신기/수신기 모듈에 작동되게 결합된 신호 처리기;
- c. 연속적인 방위각 적응 범위 패턴과 일치하여 방위각 범위 이상의 전자기 에너지의 상기 빔을 스캔하기 위해 상기 신호 처리기의 제어하에 있는 수단;
- d. 차량에 대한 상기 하나 이상의 물체들을 추적하기 위해 상기 신호 처리기에 의해 이행되는 타겟 추적 알고리즘;
- e. 상기 타겟 추적 알고리즘에 의해 추적된 상기 하나 이상 물체들의 방위각 범위를 측정하기 위해 상기 신호 처리기에 의해 이행되는 타겟 크기 측정 알고리즘; 및
- f. 차량에 대한 상기 하나 이상 물체들의 위험을 평가하여, 차량 승객의 안전을 향상시키기 위해 위험의 상기 평가에 응답하여 상기 신호 처리기가 하나 이상의 차량 장치들을 제어하도록 상기 신호 처리기에 의해 이행되는 위험 평가 알고리즘

을 포함하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 레이더 송신기/수신기 모듈이 각각의 하나 이상의 물체들에 대한 차량의 상대 속도의 측정을 더 제공하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 레이더 송신기/수신기 모듈이 다수의 별개의 빔 위치들을 가지는 안테나를 도입하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 레이더 송신기/수신기 모듈이 다중 빔 안테나를 도입하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 방위각 적응범위 패턴과 연관된 방위각 각도들의 범위가 차량의 전방에 대해 적어도 +/-100도인 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 전자기 에너지의 상기 범의 크기가 대략 10도인 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 타겟 추적 알고리즘이 물체를 추적하고 있지 않은 경우 전자기 에너지의 상기 범이 상기 방위각 적용 범위 패턴 이상 연속적으로 스캔되고, 타겟 추적 알고리즘이 상기 하나 이상의 물체들을 추적하고 있을 경우 전자기 에너지의 상기 범이 상기 하나 이상 물체들의 경로에 응답하여 적절히 스캔되는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 하나 이상 물체들의 궤적이 차량에 대한 데카르트 좌표들로 추적되는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 타겟 추적 알고리즘이 칼만 필터를 도입하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 하나이상의 차량장치들이 하나 이상의 경고 장치들, 차량 제동 시스템, 차량 조정 시스템 및 하나 이상의 승객 억제 장치들로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 전자기 에너지가 RF 에너지, 마이크로파 에너지 및 밀리미터파 에너지로 구성되는 그룹으로부터 선택된 에너지를 포함하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 12

제 10 항에 있어서, 상기 레이더 송신기/수신기 모듈이 펄스 모드로 작동하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 13

제 10 항에 있어서, 상기 레이더 송신기/수신기 모듈이 선형 주파수 변조 연속파 모드로 작동하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 14

제 12 항에 있어서, 상기 선형 주파수 변조 연속파 모드가 양자화 파형을 도입하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 전자기 에너지가 광(optical) 에너지를 포함하는 충돌 예측 감지 시스템.

청구항 16

차량 충돌을 예측하고 이에 반응하는 하나 이상의 차량 장치를 제어하는 방법에 있어서,

- a. 방위각으로 스캔된 레이더 빔을 사용하여 차량에 대한 하나 이상 물체들의 거리를 측정하는 단계;
- b. 상기 거리 측정값들로부터 상기 하나 이상 물체들의 궤적을 계산하는 단계;
- c. 상기 거리 측정값들 및 상기 레이더 빔의 방위각 스캔 각도로부터 상기 하나 이상 물체들의 방위각 크기를 측정하는 단계;
- d. 상기 하나 이상의 물체들의 상기 궤적 및 상기 방위각 크기의 조합으로부터 차량에 대한 상기 하나 이상 물체들의 위협을 평가하는 단계; 및
- f. 차량 승객의 안전을 향상시키기 위해 상기 위협의 평가에 반응하여 하나이상의 차량 장치들을 제어하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 스캔 레이더 빔을 사용하여 차량에 대한 하나 이상 물체들의 거리를 감지하는 레이더의 작동을 더 포함하는 방법.

청구항 18

제 16 항에 있어서, 상기 스캔 레이더 빔의 스캐닝이 차량에 대한 하나 이상 물체들의 상기 위협 평가에 반응하는 방법.

청구항 19

제 16 항에 있어서, 상기 하나 이상 물체들의 상기 궤적이 칼만 필터링에 의해 데카르트 좌표들로 계산되는 방법.

청구항 20

제 16 항에 있어서, 상기 하나 이상 물체들의 상기 방위각 크기가 클러스터링 분석에 의해 측정되는 방법.

청구항 21

제 16 항에 있어서, 상기 위험 평가가 충돌의 격렬함의 측정을 도입하는 방법.

청구항 22

제 16 항에 있어서, 상기 위험 평가가 충돌시간의 측정을 도입하는 방법.

청구항 23

제 16 항에 있어서, 상기 위험 평가가 충돌방향의 측정을 도입하는 방법.

청구항 24

제 16 항에 있어서, 상기 위험 평가가 충돌확률의 측정을 도입하는 방법.

청구항 25

제 16 항에 있어서, 상기 하나이상의 차량장치들이 하나 이상의 경고 장치들, 차량 제동 시스템, 차량 조정 시스템 및 하나 이상의 승객 억제 장치들로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 방법.

청구항 26

제 17 항에 있어서, 차량에 대한 하나 이상 물체들의 거리 및 속도를 측정하는 작동들은 방위각으로 스캔된 레이더 빔을 사용하는 것으로.

a. 송신 신호를 형성하도록 균일하게 이격된 주파수들의 반복 시퀀스를 포함하는 연속파 RF신호를 발생하는 단계;

b. 상기 연속파 RF신호로 물체를 비추는 단계;

c. 수신 신호를 형성하도록 상기 하나 이상의 물체들에 의해 반사된 상기 RF신호의 성분을 수신하는 단계;

d. 송,수신 신호들 사이의 주파수 편차로부터 복소수 진폭 주파수 편차 신호를 형성하도록 상기 수신 신호를 상기 송신 신호와 혼합하는 단계;

e. 상기 복소수 주파수 편차 신호의 실수 부분을 다수의 단조 증가 임계값들과 비교하는 것으로, 인접 임계값들이 관련 거리 셀의 범위에 해당하는 단계;

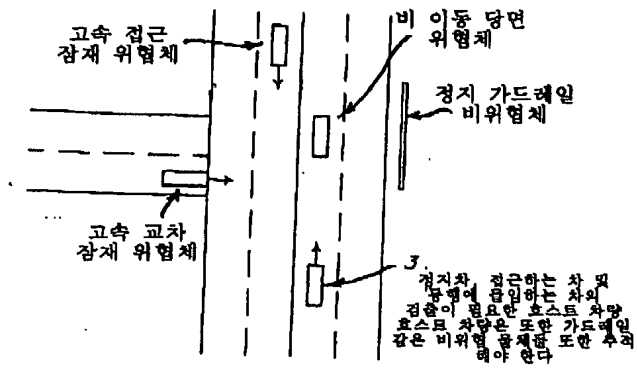
f. 복소수 진폭들의 관련 목록을 형성하도록 각각의 상기 관련 거리 셀에 대해 상기 수신 신호의 복소수 진폭들을 저장하는 단계;

g. 복소수 진폭의 상기 관련 목록의 스펙트럼 분석으로부터 각각의 상기 관련 거리 셀에 대한 도플러 시프트를 계산하는 단계; 및

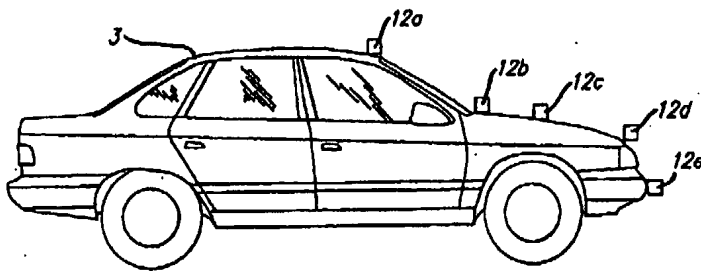
h. 상기 하나 이상 물체들에 대한 거리-도플러도를 형성하도록 모든 상기 관련 거리 셀들에 대한 상기 도플러 시프트 계산값을 모아 차량에 대한 상기 하나 이상 물체들의 거리 및 속도를 제공하는 단계를 포함하는 방법.

도면

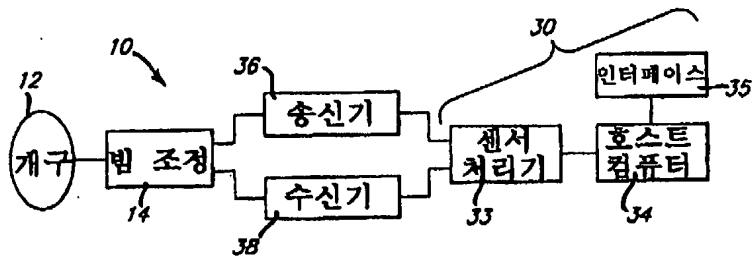
도면1



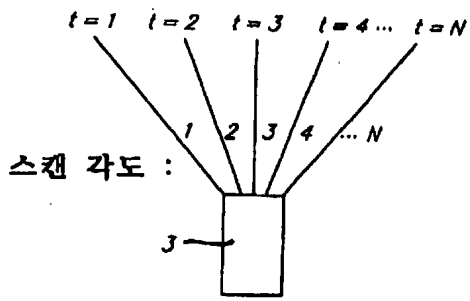
도면2



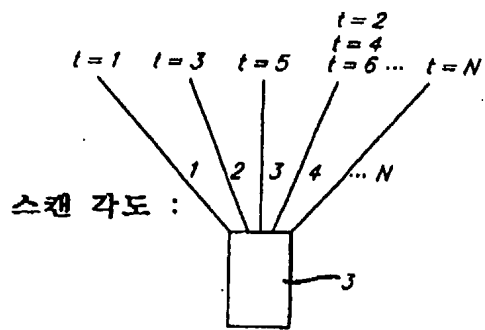
도면3



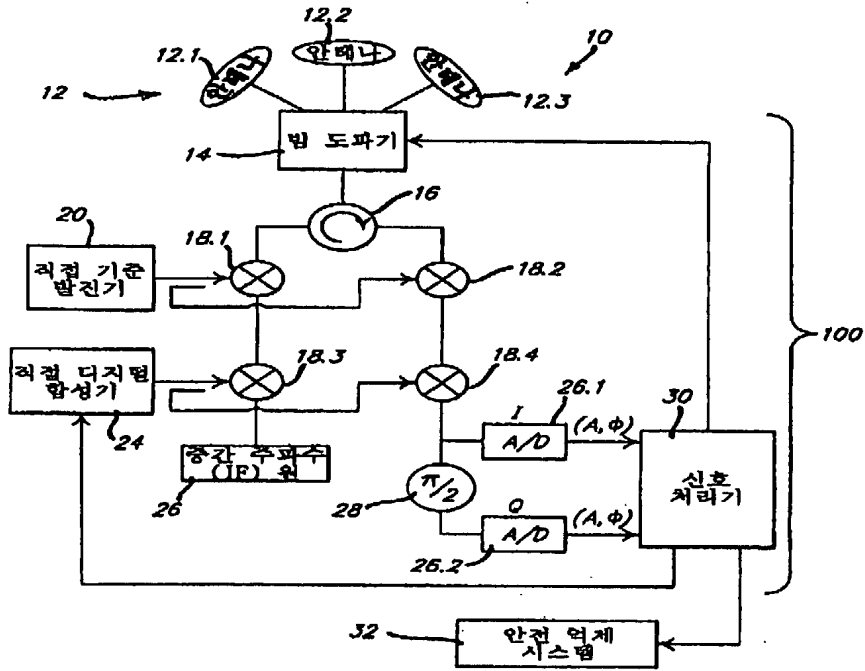
도면4a



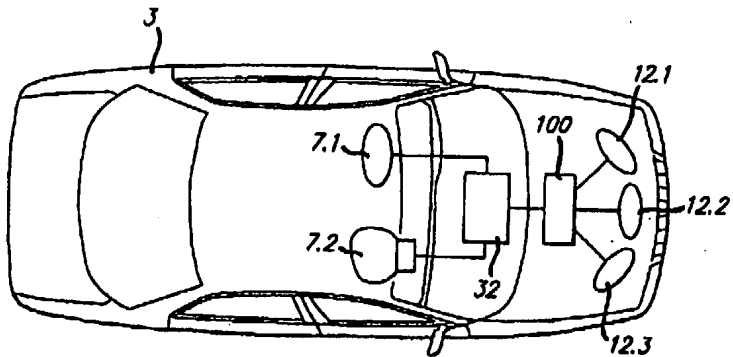
도면4b



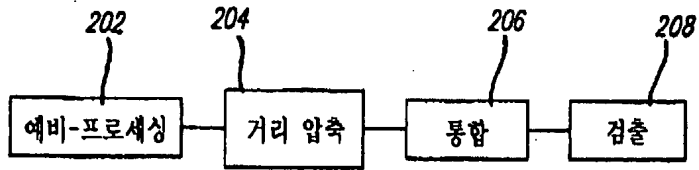
도면5



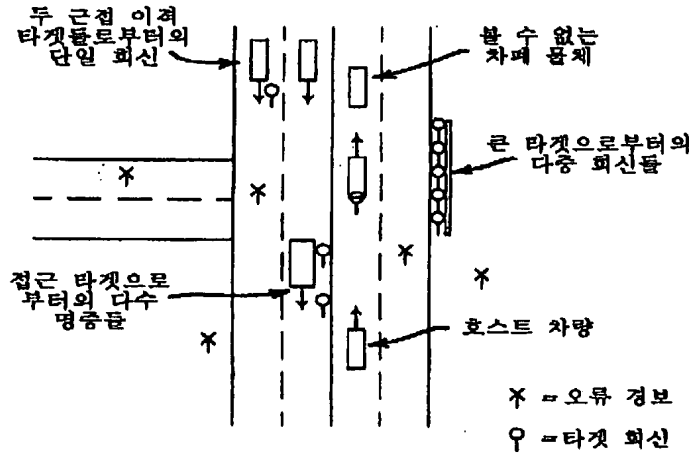
도면6



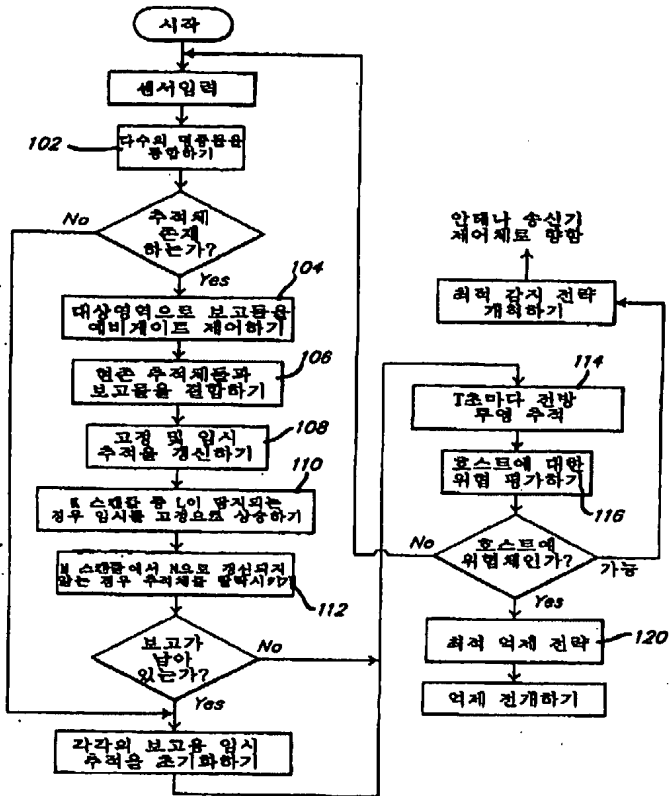
도면7



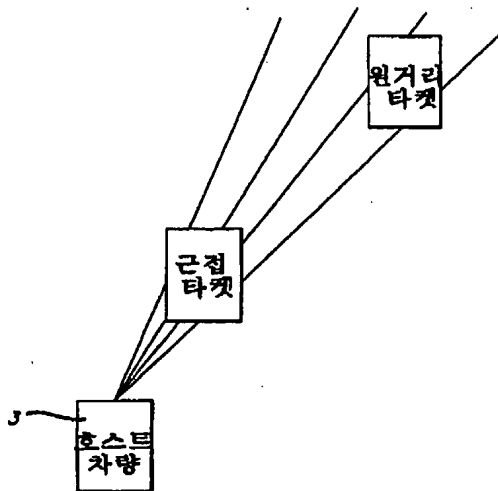
도면8



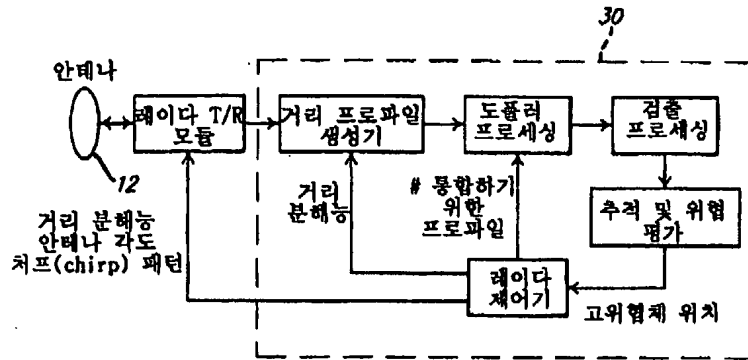
도면9



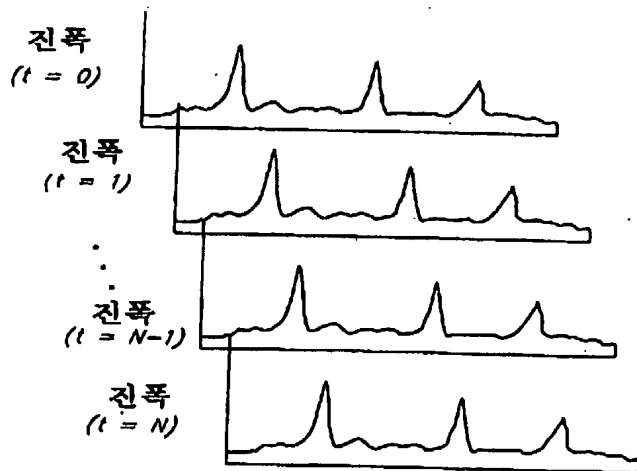
도면10



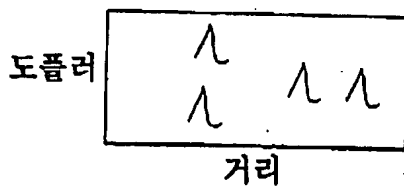
도면 11



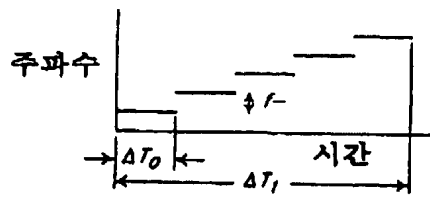
도면 12



도면 13



도면 14



引用例 2 の対応公報の写し

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2002-511922
(P2002-511922A)

(43) 公表日 平成14年4月16日 (2002.4.16)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 1 S 13/93

識別記号

F I
G 0 1 S 13/93

チマコード* (参考)
Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 58 頁)

(21) 出願番号 特願平10-534730
(86) (22) 出願日 平成10年1月21日 (1998.1.21)
(85) 翻訳文提出日 平成11年7月21日 (1999.7.21)
(86) 国際出願番号 PCT/US98/01281
(87) 国際公開番号 WO98/32030
(87) 国際公開日 平成10年7月23日 (1998.7.23)
(31) 優先権主張番号 60/035, 667
(32) 優先日 平成9年1月21日 (1997.1.21)
(33) 優先権主張国 米国 (US)
(31) 優先権主張番号 09/009, 035
(32) 優先日 平成10年1月20日 (1998.1.20)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 オートモーティブ システムズ ラボラトリー インコーポレーテッド
アメリカ合衆国 ミシガン州48331、ファーマントン ヒルズ、スイート B-12、ハガーティー ロード 27200
(72) 発明者 ファーマー, マイケル エドワード
アメリカ合衆国 ミシガン州48323、ウェスト ブルームフィールド、レイク ブラッフ ロード 5119
(72) 発明者 ブルース, マイケル
アメリカ合衆国 ミシガン州48116、ブライトン、ローンウッド ドライブ 5384
(74) 代理人 弁理士 葛和 清司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 衝突予知感知システム

(57) 【要約】

RF又は光学的電磁放射の比較的狭域のビームが比較的広い方位角距離に亘り走査される。その帰還信号が処理され各反射点の距離と速度とを検出する。個別目標物がクラスタ解析 (102) によって識別され、カルマンフィルタを用いてデカルト座標系で追跡 (106) される。一定の目標物の車輛に対する脅威は各目標物の相対的距離、速度および大きさの推定値から評価され (116)、一つ又はそれ以上の車輛装置が脅威評価に応じて制御される (120)。かくして、車輛搭乗者の安全性が高められる。好ましい態様においては、量子化周波数変調持続波 RF 信号は少なくとも ± 100 度の方位角距離とほぼ 10 度の個別ビーム幅を持つ多ビームアンテナから送信され受信される。

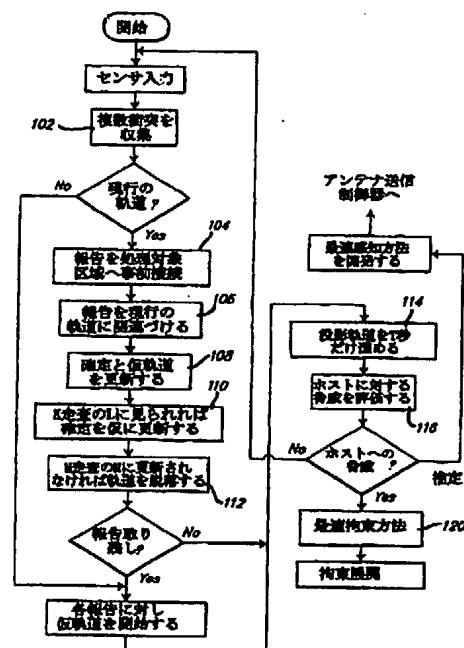


図 9

【特許請求の範囲】

1. 車輛衝突予知感知システムであって、
 - a. 車輛近辺地帯を電磁エネルギーのビームで照射し、該電磁エネルギーで照射された一つ又はそれ以上の物体により反射された電磁エネルギーの該ビーム部分を受信し、車輛と相対的な目標物への距離推定値を提供するレーダ送受信モジュールと、
 - b. 該レーダ送受信モジュールに操作上結合された信号プロセッサと、
 - c. 方位角通達範囲図に従って電磁エネルギーの前記ビームを方位角距離上に走査する信号プロセッサの制御下にある手段であって、方位角通達範囲図は連続的なものである、前記手段と、
 - d. 車輛に関連して一つ又はそれ以上の物体を追跡する信号プロセッサにより実行される目標物追跡アルゴリズムと、
 - e. 目標物追跡アルゴリズムによって追跡される一つの又はそれ以上の物体の方位角範囲を推定するための信号プロセッサによって実行される目標物寸法推定アルゴリズムと、
 - f. 一つ又はそれ以上の物体の車輛に対する脅威を評価する信号プロセッサによって実行される脅威評価アルゴリズムであって、信号プロセッサは脅威の前記評価に反応して車輛の搭乗者の安全を高めるために一つ又はそれ以上の車輛システムを制御する脅威評価アルゴリズムと、を含む、前記装置。
2. レーダ送受信モジュールが一つ又はそれ以上の物体のそれぞれに対し車輛との相対的速度の推定値を更に提供する、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。
3. レーダ送受信モジュールが複数の異なるビーム位置を有するアンテナを組み込む、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。
4. レーダ送受信モジュールが多ビームアンテナを組み込む、請求項3に記載の車輛用衝突予知感知システム。
5. 方位角通達範囲図と関連する方位角距離が少なくとも車輛のフロントと相対的に $+/-100$ 度である、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。

6. 電磁エネルギーのビームの大きさがほぼ10度である、請求項1に記載の衝突予知感知システム。

7. 電磁エネルギーのビームが目標物追跡アルゴリズムが物体を追跡しない時、方位角通達範囲図上に順次走査され、そして目標物追跡アルゴリズムが一つの又はそれ以上の物体を追跡する時、電磁エネルギーのビームが一つの又はそれ以上の物体の通過に反応して適応するように走査される、請求項1に記載の車両用衝突予知感知システム。

8. 一つの又はそれ以上の物体の軌跡が車両とは相対的にデカルト座標において追跡される、請求項1に記載の車両用衝突予知感知システム。

9. 目標物追跡アルゴリズムがカルマンフィルタを組み入れる、請求項1に記載の車両用衝突予知感知システム。

10. 一つの又はそれ以上の車両装置が一つ又はそれ以上の警報装置、車両ブレーキ装置、車両ステアリング装置および一つの又はそれ以上の搭乗者拘束システムからなるグループから選ばれる、請求項1に記載の車両用衝突予知感知システム。

11. 電磁エネルギーがRFエネルギー、マイクロウェーブエネルギーおよびミリメートル波エネルギーから成るグループより選ばれたエネルギーを備える、請求項10に記載の車両用衝突予知感知システム。

12. レーダ送受信モジュールがパルスモードで作動する、請求項10に記載の車両用衝突予知感知システム。

13. レーダ送受信モジュールが線型周波数変調持続波モードで作動する、請求項10に記載の車両用衝突予知感知システム。

14. 線型周波数変調持続波モードが量子化波形を組み込む、請求項12に記載の車両用衝突予知感知システム。

15. 磁気エネルギーが光学エネルギーを備える、請求項1に記載の車両用衝突感知予知システム。

16. 車両の衝突を予知し、それに反応する一つ又はそれ以上の車両装置を制御する方法であって、

a. 方位角走査レーダビームを用いる車両と関連する一つ又はそれ以上の物体

の距離測定と、

b. 距離測定から一つ又はそれ以上の物体の軌跡計算と、

c. 距離測定と前記レーダビームの方位角走査角から一つ又はそれ以上の物体の方位角範囲の測定と、

d. 軌跡と一つ又はそれ以上の物体の方位角範囲の組み合わせから車輛にたいする一つ又はそれ以上の物体の脅威評価と、

e. 車輛の搭乗者の安全性を高めるために脅威の評価に反応する一つ又はそれ以上の車輛装置の制御と、

を含む、前記方法。

17. 走査レーダビームを用いる車輛に関連する一つ又はそれ以上の物体の距離を感知するレーダ操作を更に含む、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

18. 走査レーダビームの走査が車輛に対する一つ又はそれ以上の物体の脅威評価に反応する、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

19. 一つ又はそれ以上の物体の前記軌跡はカルマンフィルタによりデカルト座標において計算される、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

20. 一つ又はそれ以上の物体の方位角範囲はクラスタ分析により推定される、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

21. 脅威評価は衝突重度の推定値を組み入れる、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

22. 脅威評価は衝突時間の推定値を組み入れる、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

23. 脅威評価は衝突方向の推定を組み入れる、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

24. 脅威評価は衝突確率の推定値を組み入れている、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

25. 一つの又はそれ以上の車輛装置が、一つ又はそれ以上の警報装置、車輛ブレーキ装置、車輛ステアリング装置および一つ又はそれ以上の搭乗者拘束システムから成るグループから選ばれる、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

26. 請求項17に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法であって、方位角走査レーダビームを用いる車輛に関連する一つ又はそれ以上の物体の距離と速度を測定する走査は、

- a. 送信信号を形成するための等間隔周波数の反復配列を備える持続波 R F 信号の発生と、
 - b. 持続波 R F 信号による物体の照射と、
 - c. 受信信号を形成するために一つ又はそれ以上の物体により反射される R F 信号成分の受信と、
 - d. 周波数差から複合振幅周波数差信号を形成するために送信信号と受信信号の混合と、
 - e. 複合周波数差信号の実部と隣接の識値が関連する距離セルに対応する複数の単調増大する閾値との比較と、
 - f. 複合振幅の関連リストを形成するため各前記関連距離セルに対する受信信号の複合振幅の記憶と、
 - g. 複合振幅の関連リストのスペクトル解析から各関連距離セルの各々に対するドップラー偏移の計算と、
 - h. 一つ又はそれ以上の物体に対する距離－ドップラー図を形成して車輛に関連して一つ又はそれ以上の物体の距離および速度を提供するために関連距離セルのすべてに対するドップラー偏移計算の収集と、
- を含む、前記方法。

【発明の詳細な説明】

衝突予知感知システム

関連出願相互参照

本出願は、1997年1月21日に出願した先のアメリカ合衆国仮出願番号No. 60/035, 667の利益を請求する。

本出願はまた、1997年4月24日に出願した先のアメリカ合衆国仮出願番号No. 60/044, 237の利益を請求する。

1997年1月17日に出願したアメリカ合衆国仮出願番号No. 60/035, 453の利益を請求して1998年1月16日に“無作為周波数偏移変調波形を有する車輛衝突レーダ”と題して本発明の譲受人に譲渡された、米国同時系属出願番号No. ??? (以下“出願ASL-145-US”という)は、持続波(CW)レーダ測距用の線型周波数変調(LFM)等価信号を発生するための無作為周波数偏移変調手順を有する自動車衝突予知に対して、センサの信頼性とその強靱性を改善するシステムと方法とを開示している。

1998年1月20日に出願し、“多ビーム・アパーチャ持続波レーダ用デジタル漏れ較正”と題して本発明の譲受人に譲渡され、アメリカ合衆国仮出願番号No. ??? (以下“出願ASL-188-PRO”という)は、持続波レーダから漏れる信号成分を除去するためのシステムと方法とを開示している。

上記出願は、これを参照することによりここに組み入れられる。

技術分野

本発明は一般にレーダシステム、特に車輛衝突防止および車輛安全拘束システムに組み入れられる自動車レーダシステムに関する。

発明の背景

車輛は、搭乗者の傷害を軽減することを目的として、車輛の衝突に反応して起動する自動安全拘束アクチュエータを搭載していることがある。そのような自動安全拘束アクチュエータの例としては、エアバッグ、シートベルト緊縛機、展開可能な膝枕が挙げられる。自動拘束システムの一つの目的は、搭乗者の傷害を軽減し、自動安全拘束システムが起動しなかった場合にその衝突によって生ずるよ

りも更に多くの傷害が自動安全拘束システムによって生じないようにすることである。通例、自動安全拘束アクチュエータは傷害を軽減する必要がある時にのみ起動することが望ましい。何故なら安全拘束システムの関連構成分品の交換費が高んだり、システムをそのように起動することが搭乗者に危害を加える可能性があるからである。このことは、エアバッグ拘束システムについて特に言えることであって、エアバッグを展開する時、その近くに居すぎた搭乗者—例えば位置違いの搭乗者—は、関連する車輛衝突が比較的軽い場合であっても、展開するエアバッグから死傷を蒙りやすい。更に、子供達や、若い成人や、虚弱骨格の人々のような、小柄又は虚弱な搭乗者は、エアバッグ・インフレーターによって誘発される傷害を特に蒙りやすい。更にまた、前座席搭乗者側エアバッグに近接して正常に配置された後向幼児座席(R F I S)に適切に固定された幼児も、幼児座席の後部表面がエアバッグ・インフレーター・モジュールと密接しているため、展開するエアバッグから死傷を蒙りやすい。

エアバッグ・インフレーターは、位置違いの搭乗者に損傷を与えうる関連エネルギーと出力レベルを招く30マイル/時の耐等価衝突を受けた時、所定の拘束能力、例えばベルトを絞めずに普通に座って居る50%の搭乗者を保護する能力を備えるように設計されている。一方、相対的に数は少ないが、搭乗者が本来比較的無事に生き残ったような衝突に際し、エアバッグ・インフレーターが原因で発生する死傷の例が、保護すべき搭乗者をエアバッグ・インフレーターが傷つける可能性を軽減し、又はこれを除去するはずみとなっている。

エアバッグのような車輛安全システムに用いられる既知の展開システムは、展開決定プロセスが始まる前に障害物又は他の車輛と実際に衝突するホスト車輛が必要である。そしてそのような時点で、センサはホスト車輛の減速を検出し一つもしくはそれ以上の安全システムを展開するのである。かくして衝突は加速対時間測定値の特性に基づいてのみ確認される。現行の衝突後検出システムの不利な点は、能動安全システムを展開するのに要する時間が、特に搭乗者拘束システムが十分に有益な安全性を提供しうる側面衝撃や高速前面衝突に対して非常に短いという事実から来ている。このような短時間枠が極めて大きなエアバッグ膨張率へと繋がり、搭乗者がエアバッグの位置とうまく合わない場合、死傷が発生する

こともある。

エアバッグ・インフレーターによる搭乗者への傷害を軽減する一つの技法は、例えばエアバッグ・インフレーター中に発生するガス量又はその膨張率を減少することによって、当エアバッグ・インフレーターの出力とエネルギーを減少することである。これはエアバッグ・インフレーターによる搭乗者への傷害を低減してはくれるが、それと同時にエアバッグ・インフレーターの拘束能力を低減し、更に厳しい重度衝突に直面した時、傷害を与える一層大きな危険に搭乗者を曝す。

エアバッグ・インフレーターによる搭乗者への傷害を軽減する他の技法は、衝突重度測定値に応じた膨張率又はインフレーター能力を制御することである。従来の技術は、それぞれ異なる独自の区分化された段階とそれに対応する点火回路とを持つ多段階インフレーターを使用することを教示しているが、これらの段階は効率的な膨張率を制御するために遅延継続的に点火されるか、又は点火を阻止して効率的なインフレーター能力を制御することがある。従来の技術はまたそれぞれ独自に点火される貯蔵ガスと火工品ガス発生機成分の結合したものを持つ混成インフレーターを使用することを教示している。更に従来の技術はインフレーターのガス放出流を制御するためにコントロール弁を使用することも教示している。膨張率および能力は、感知された又は推定された衝突重度に応じて制御されることがある。この場合、低重度は高重度衝突よりも低い膨張率又は膨張能力を必要とする。低重度衝突は高重度衝突よりも多くあると思われるし、また上記のように制御されたインフレーターは低重度衝突条件下では高重度衝突の場合よりも攻撃的ではないと思われるので、背格好やその位置によりエアバッグ・インフレーターによる傷害の危険に曝される搭乗者が傷害を負う可能性は相対的に少ないと思われる。攻撃性の少ないインフレーターに曝されることの方がもっとありうる事だからである。しかしながら、普通の位置に居る搭乗者に対して十分な拘束を提供しようとしてインフレーターが意図的に攻撃的に設定されると、そのような搭乗者に対する傷害の危険は一層高度な衝突重度の条件下では軽減されないであろう。

理想的には、エアバッグは普通に腰掛けている搭乗者との相互作用が始まる前であって、かつ位置違いの搭乗者が膨張するエアバッグに傷つけられない十分な低速度で膨張することである。重度が十分に高い衝突の場合、このことは衝突感

知システムが切迫した衝突を予知しうることを必要とする。位置違いの搭乗者にとって安全で十分に低速な膨張率でエアバッグを膨張させるのに要する時間は、搭乗者が動いて膨張したエアバッグとの相互作用を始めるのに要する時間、又は搭乗者を安全に減速するのに要する時間、よりも長いからである。

現在の感知技術は加速度計を使用して実際に衝突が発生するのを検出する。従って衝突が発生する前に安全システムを起動することは不可能である。現在レーダ・センサが知能クルーズ・コントロール用として研究されているが、これは他の車輛との安全距離を保つ点で車輛の運転者に便宜を与えるだけであり、ブレーキを掛けるかエンジンを絞るかしてホスト車輛を減速させるものである。こうしたシステムが故障しても運転手は単に不便になるだけであり車間距離を自発的に保つことを余儀なくするにすぎない。しかしながら、衝突予知センサは乗客の安全が懸かっているので100パーセントの効果を奏しなければならない。このような観点から、想像し得るあらゆる作動条件と交通事情のもとに信頼しうる確実な方法で当システムは作動しなければならない。

レーダ・センサはまた目下衝突防止用として研究されているが、これはホスト車輛が極端に減速し舵をきって衝突を避けるものである。しかしながら、これらのシステムは安全拘束システムの展開決定プロセスには組み込まれていない。

現行の衝突後検出システムの不利な点は、特に搭乗者拘束システムが十分に有益な安全性を提供しうる側面衝突や拘束前面衝突に対して、能動安全システムを展開するのに要する時間が非常に短いという事実から来ている。このような短時間枠がエアバッグの過大な膨張率へと繋がり、搭乗者がエアバッグの位置とうまく合わない場合、死傷が発生することもある。

提案されている知能クルーズ・コントロールシステムの不利な点は、その視野が車輛前方の僅か数車線幅（最大10—12度）しかないということである。従ってこれらのシステムは外れ角度前面の又は側面衝撃の衝突を検出することは出来ない。

衝突防止システムの不利な点は、車輛を能動的に安全に導こうとする運転手から車輛のステアリングを取りあげることである。このことは安全な走行を検出するために可成りの知能を必要とする。それはまたその処理過程に要する時間とシ

システムの総体的コストを増やすことになる。加えて殆んどの衝突防止システムはホスト車輛が移動して他の物体に衝突する環境のみに対処している。静止しているホスト車輛と移動して衝突の原因となる目標物車輛との問題は適切に対処されていない。

角度が密に接して位置する物体を測定するのにシステムはすべて超狭レーダ帯域幅に依存して来た。これはシステムのコストを更に増大し、且つアンテナを望ましくない大きさにし、車輛への積載を困難にしている。

一般に、既知の自動車レーダシステムは目標物に対する距離情報を利用する。そして時間上の距離の変化を決定するために順次距離測定値を用いて目標物の速度を推定する。このような自動車レーダシステムは2周波数測距方法か連続線型周波数変調(FM)信号を使用する。2周波数方法は二つの信号間の相対的位相から距離を引き出す二つの音調を用いる。線型FM方式は時間と共に増大する周波数の連続的掃引傾斜波形(a continuously swept ramped waveform)を用いる。そしてこれが幾度も繰り返されるのである。

2周波数測距方法はレーダビームの射程内にある単一目標物の距離を推定するのに便利である。しかしながら、衝突予知感知用としてレーダは処理対象の界磁内にある異なる距離の複数目標物を追跡する必要がある。そのような目標物はそれぞれ現実化し得る衝突源となっているからである。複数目標物用としては、多重ランプが必要であろう。これによって様々なランプとそれから生ずる信号を検出し得る極めて複雑なレーダシステムの必要性が生ずるであろう。

発明の概要

従って、本発明の目的は実際に衝突が起こる前にホスト車輛に衝突すると思われる物体を感知し得るシステムを提供することである。本発明は以下に記す一つ又はそれ以上の車輛システムを制御するために衝突重度を推定し、衝突する物体の衝撃時間を推定しその種類を確認し車輛搭乗者の安全を高めるものである。即ちa) 現実化し得る衝突から来る傷害危険を運転手に警告する警報装置、b) 現実化し得る衝突を自動的に避けるための車輛ブレーキ装置および又は舵取装置、c) エネルギー吸収シートベルト緊縛機や可変比エアバッグ膨張器のような搭乗者拘束システム。

下記に更に詳しく述べるように、本発明は次のような特徴のある衝突予知感知および展開制御システムを提供する。

1. ホスト車輛の速度ベクトルについて大きな角領域（例えば $> \cong 100$ 度）を走査する。

2. 潜在的に脅威を与える物体はすべて解明できるように複数（例えば > 25 ）の物体を同時に追跡する。

3. 軌道を順方向時間に投影して能動安全システムを展開するために衝突の確率、衝突時間、衝突重度および衝突点／角度を引き出す。

4. センサ報告はどれも衝突する可能性のある物体として取り扱い、それについて脅威評価分析を行い、与えられたセンサ報告が虚偽の報告であるかどうかを決定し、それによって衝突を見逃す可能性を大きく減ずる。

5. ホスト車輛の速度、車首方位、位置などに関するデータは不要である。車道（例えばカーブや直線）の状態についてのデータも不要である。更に衝突する可能性のある物体を見逃すことを防止し、それによって車輛が制御不能時の滑走中システムの信頼性を増すことを目的とする車道内のホスト車輛の位置も知る必要がない。

6. 単一信号符号化により領域内の他の同様なシステムから干渉を受けることがない。

7. 外部エアバッグのような外部損傷軽減システムのみならずシートベルト緊縛機、エアバッグ、ブレーキの組み合わせのような車両制御および搭乗者拘束システムの方法とその組み合わせを展開し制御するのに用いられる。また操縦者に差し迫った衝突を警告して操縦者ベースの防止策（即ち、ステアリングとか追加ブレーキ）が取れるようにするためにも用いられる。

8. 潜在的な高度脅威目標物がある場合、アンテナを適切に走査し指向して情報リッチな位置からの更新率を高める。衝突時間とその重度の推定値を向上させる。

9. ホスト車輛が他に移動する又は静止している物体に衝突するかどうか、あるいはホスト車輛が静止している場合であっても広範囲の進入角度から他の車輛がホスト車輛に衝突するか、どうかを検出する。

本発明の更なる目的は、角度が密に接して位置する物体を狭いレーダビーム帯域を使用せずに検出し同じ距離内にある静止および移動物体（即ち自動車や橋梁橋台）を区別する自動車衝突予知感知レーダを提供し、容積混乱波に対して向上した性能を提供することである。

更に本発明の更なる目的は、強化された目標物検出（効率）の雑音対信号比を改善し稠密な人口領域に対するレーダの送信電力を削減した自動車衝突予知感知システムを提供することである。

本発明によれば、全ての目標物の速度を即時に発生するのみならずレーダビーム内にある複数目標物の副アンテナ・ビーム分解能を提供するためにも距離ードップラー像が用いられる。これにより本発明のシステムは更に広域のビームを使用して車輛周辺的全捜査量を更に速やかにカバーすることができる。これはまた多重ビーム配列（MBA）に使用されるビーム数の点で、又は位相アンテナの点でレーダ・システムの複雑性を軽減する。

本発明はまた、適応距離ードップラー像を用いて容積混乱波に対する性能を向上した。例えば、ソーダ・ポップ缶のような小さい物体の集まったものが陸橋から投棄されると、既知の大抵のレーダシステムは騙され、衝突が切迫していると予知する。これに反して本発明は改善された距離分解能と距離ドップラー像を組み合わせて使用することにより、このような混乱波を脅威の無いものとして区別する。

本発明は、アンテナの可変合わせピンを特定の位置に設け、これによってドップラーを希望するどの分解能にも凝縮することができると共に脅威があると思われる領域の高度な自動精査を提供することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一つ実現し得る環境を例示する。

図2は、本発明の車輛への装着可能位置を例示する。

図3は、本発明の構成図である。

図4aは、本発明による順次走査プロセスを例示する。

図4bは、本発明による順応走査プロセスを例示する。

図5は本発明による送受信モジュールの一様相を示す構成図である。

図6は、本発明を車輛に組み込んだ図解例である。

図7は、本発明による処理段階の全体構成図である。

図8は、本発明の一つの実現し得る環境に対するレーダ復帰信号を例示する。

図9は、本発明によるホスト・コンピュータの操作構成図である。

図10は、目標物への距離が減少して交差距離分解能が向上することを例示し、隣接する走査位置から混乱波を介して一定の目標物の大きさを推定することができるように距離測定値がどのようにして組み合わせられるかを例示する。

図11は、本発明の構成図を示す。

図12は、三つの異なる距離に四つの物体が存在する環境に対するレーダ復帰信号の振幅を例示する。この場合、物体の二つは同じ距離にあるがホスト車輛とは相対的に異なる速度を持っている。

図13は、図12による物体の距離／ドップラー図を示す。

図14は、量子化LFM信号を例示する。

好適態様の詳細な説明

衝突予知感知システムの環境の一例を示す図1を参照。ホスト車輛3は車道に沿って移動している（又は車道に静止していることもある）。

車道に沿って、街路標識、防護柵、樹木、駐車した車など、様々な静止物体がある。更に、歩行者、自転車、オートバイ、車、トラック、そして恐らくは並行軌道、又は交差軌道上を動く電車など、他の非静止物体もある。

ホスト車輛3は、この複雑な場面を移動する。そして本発明の衝突予知感知システムの目標は、これら物体の中のどれ（静止物又は移動物）が主車輛に脅威を与えるかを決定する。次に脅威の確率と脅威の種類が計算され、運転手への警告にとどまることなく、シート・ベルトの張力補強、エアバッグの準備とそのガス詰め、ブレーキを掛けたりするなど、適切な行動が取られなければならない。ホスト車輛3に対する脅威は、いろいろな方向から来ることがあり、能動拘束システム内の幾つかの構成部分を起動させる必要があるか否かという様々な脅威であり得る。例えば、車が車輛に衝突するのと比べて自転車がホスト車輛3に衝突する時には違う方法が用いられる。

本発明の衝突予知感知システム10は、車輛外部と一体化されている。センサの位置は見た目には妨げとならない総体的に望ましい取り付け個所を提供することを基本とする。図2は、このシステムの取り付け可能位置を示す。即ちウインドシールド12a上の天井線、フード12b上のウインドシールドの基板、空気取り入れ口12cと同じに位置するフードの中間、各前照灯12dの上、又はバンパ12eの各コーナに取り付けられている。これは必要な全角度範囲を提供するためである。

本発明の衝突予知感知システム10は、図3に示す構成要素から成っている。これらの構成要素は、次の通りである。即ち、センサ開孔部12、ビームステアリング機構14、センサ送信機36、センサ受信機38、センサ・プロセッサ30、ホスト・コンピュータ34および能動拘束システムへの接続を提供するインターフェイス40を備える信号処理システム30を含む。

センサ開孔部12は、外部環境への“窓”をセンサに備えている。開孔部12の透過性特性は、IR（赤外線）、マイクロウエーブ、又はミリ波RF信号のような、外部環境を感知するのに用いられる電磁信号の波長に依存する。開孔部はまた、マイクロウエーブ又はミリ波RF信号を用いるシステムでは、システムアンテナを組み込むか、又はこれを備えている。ビームステアリング機構14は、システムに処理対象の全界磁（少なくとも±100度）を走査させると共に、極めて高い角精度を持つシステムを保持する。更に、ビームステアリング機構14は方位角走査射程上ほぼ10度の間隔で電磁波ビームを位置決めすることができる。特に、多ビーム・アンテナは14個から30個の、好ましくは21個の、異なるビーム位置を全走査射程上に持てればよい。ビームステアリング機構14は電子的（例えば位相又は多ビーム・アンテナ）でも、電気光学的でも、又は機械的であってもよい。この方法は、図4aに例示したように順次繰返す走査か、順応した又はランダムな走査を支援する。その場合アンテナ12は特定の場所へ速やかに向けられると同時に、より精密な速度分解能を得るために図4bに示したように高度脅威目標物のより正確な分析、例えばより長い滞留時間走査（即ち、一個所介在疑視走査）することを可能にする。ビームステアリング機構は全走査量に亘り少なくとも20-40ヘルツで走査することが出来なければならない。

順応又はランダム走査モードにおいてシステムは旋回率に因るセンサ不動作時間を切り詰めるため数マイクロ秒内で特定の方向へ向くように設計されている。

一方、それぞれのビーム位置において、センサは求められる目標物の分解能と精度の如何により可変量の時間を費やさなければならない。R F センサ方式の場合、ビームステアリング機構は隣接するビーム位置へアンテナを順次向けることに基づくモノパルス角推定方式を採用している。例えば、センサがビーム位置6に向くように指示されると5および／又は7にも向いて更に優れた角精度を提供する。

センサ送信機36は信号を送信するための電子指令を能動伝播R F 又は電気光学信号へ変換する。送信機は信号を符号化して精密な距離分析を行い同じ近辺で使用されていると思われる他の同様なシステムが当システムに干渉することを好ましくは防止できればよい。R F 方式において好まれる方法はセンサが線型周波数変調持続波(L F M-C W) 波形を用いることである。この波形は車輛から1メートル以内の検出能を提供し最低限の最大消費電力送信機を提供し目標速度を提供するのに用いられる。パルス化されたR F システムも使用してよいが近距離目標検出を支援するためには超狭帯域パルスを必要とする。これらの超狭帯域パルスは次に長距離検出用としては極めて高い最大消費電力、又は長短距離操作用の長短時間混合持続パルスを伝送する一層複雑な波形を必要とする。近距離検出に関わるこの特徴は衝突予知システムには大切なものである。何故なら当システムは正確な衝突時間が推定できる衝突の瞬間まで走路を保持し得なければならないからである。順応クルーズ・コントロールのような他の自動車レーダ用としてこの近距離検出は欠かせないものではない。と言うのは、当システムは他の車輛との間に大きな最低距離を保つように設計されているからである。

L F M 波形の好適な態様は図14に例示されているようにL F M の離散段階周波数近似値(discrete stepped frequency approximation)を利用することである。この方式は特定の周波数を極めて正確に発生することのできる低価格で生まれた直接デジタル・シンセサイザ技術を使用することを支援する。それはまた各車輛が車輛相互間の干渉効果を半減するための単一な一組の周波数を提供することを進んで支援する。R F 方式用の送信機サブシステムの好適な態様は低周波数

で

L F M信号を発生し次にそれを送信周波数に変換する図5に示すようなアップコンバート・ミキサ構成を用いることである。この方式は広範囲の温度にわたり且つ自動車に備えられている極めて不規則なプライム出力を介してL F M信号の直線性を注意深く制御する優れた能力を提供する。R Fセンサよりも電気光学センサが用いられるなら、この好適な態様は超狭帯域のレーザ・パルス飛翔時間を用いることである。

センサ受信機38は送信された信号を適切な電気信号に再変換し信号プロセッサにより分析する。これは、送信信号をダウンコンバートし、送信波形と共に用いられた符号化をどれも復調し、ベースバンドビデオ信号を発生してシステムプロセッサによる処理を受けること、を含む。E-Oシステム用受信機の好適な態様は最後の帰還パルスを所定の時間窓内で検出することを支援する光学検出式を用いることである。これにより当システムはシステム開孔部上の漂積物に因る超近距離パルスの帰還又は濃霧や塵による帰還を無視することができる。

図5を参照して、特にR Fシステムについては、レーダシステム10は信号プロセッサ30の制御下にある周波数の特定の順序列を統合する直接デジタルシンセサイザ(D D S)24を組み入れている。直接デジタルシンセサイザ24は例えば周波数を40から100ナノセカンド内に変えることにより発生された周波数を極めて速やかに変化させる。直接デジタルシンセサイザ24は業界の技術に精通している者なら誰でも承知しているように単一カスタム広域帯システム又は希望する全周波数帯を包含するオフセット周波数の楕型フィルタネットワークを持つ注文すれば直ぐに入手できる狭域帯シンセサイザから開発してもよい。中間周波数(I F)ソース26はミキサ18.3により直接デジタルシンセサイザ24の出力と混合する。そしてミキサ18.3の出力は直接基準発振器(D R O)20の出力又はミキサ18.1によりガンダイオードの出力と混合して更にアップコンバートされ、ほぼ47GHzの周波数を持つR F信号を発生する。R F送信信号はサーキュレータ16を介して信号プロセッサ30の制御下にあるアンテナビーム導波器14へ入る。これは信号を一つ又はそれ上のアンテナ12.1、

12. 2、12. 3の中の一つ又はそれ以上のアンテナによって車輛3近辺の処理対象領域へ放射する。複数の固定アンテナ12. 1、12. 2、12. 3、単一の移動アンテナ、又は位相アンテナのうちいずれも本発明から逸脱せぬ限り組み込まれてもよい。

送信信号は、一つ又はそれ以上の固定する又は移動する目標物から反射され、次にアンテナシステム12によって受信される。受信信号は次にサーキュレータ16によりミキサ18. 2へ誘導される。ミキサはその信号を直接基準発振器(direct reference oscillator)20の出力と混合することによりダウンコンバートする。そしてダウンコンバートされた信号はミキサ18. 4により直接デジタルシンセサイザ24の出力と混合され更にダウンコンバートされて変調されたI Fレーダ信号を形成する。変調I Fレーダ信号は、直角位相転位器(quadrature phase shifter)28により位相転位される。そして変調I Fレーダ信号とその直角位相転位版はA/D変換器26. 1、26. 2によってそれぞれ検査され変調I Fレーダ信号の振幅と位相(A, ϕ)から成る複合測定値を信号プロセッサ30に供給する。信号プロセッサはレーダシステム10の視野内にある目標物の距離と速度を検出し衝突が起こるかどうかを予知する。起こりそうな場合には搭乗者の傷害を軽減するため安全拘束システム32の起動を制御する適切な時間信号を送り出す。

図6をみると、複数のアンテナ12. 1、12. 2、12. 3は車輛3のフロントに装着されレーダプロセッサ100に接続されている。このプロセッサは例えば差し迫った衝突に反応して前面のエアバッグシステム71、72を起動させる安全拘束システム32に更に連結されている。

センサプロセッサ33は到来データ(incoming data)を分析し目標物と偽警報とを検出する。センサプロセッサ33は、距離、距離比、方位及び目標物の振幅を計算し、このデータを、各報告の時間標識、走査番号又は現行ビーム番号とを添えてホストコンピュータへ転送するのに相応しいプログラムを含んでいる。E-Oシステムについては、センサ検出器は目標物の距離、角度及び振幅を直接ホストコンピュータへ提供する。R Fセンサ処理工程の機能別作業の好適な態様は

図7に提供されている。この処理工程は、前処理工程(202)、距離圧縮(204)、統合化(206)及び検出(208)を含む。

前処理工程(202)は、DCバイアス除去、I/Q振幅不均衡および漏洩除

去(LFM-C方式の場合)を含む。DCバイアスは到来するレーダ波形の相殺された定振幅をいずれも除去するためのものであり、I/Q不均衡はセンサ受信機の同相と直角位相検出器間の変異性をいずれも調整するためのものである。漏洩除去はRFエネルギーを様々なビーム方向へ向ける開孔部スイッチの有限効率に因ると見なされる信号をいずれも除去するためのものである。それは多数の目標物よりも特に大きく短距離目標物がこのエネルギーによって不明瞭になり得るので、これを除去することは衝突予知システムにとって必要である。この好適な態様は先に参照した出願番号ASL-188-PROに記されているように目標物が存在せず到来信号訂正用として後に用いられるために記憶されることもない場合、能動的漏洩計算が不定期に行われる能動的漏洩除去を行うためのものである。

距離圧縮作業(range compression task)(204)は、使用されているRFセンサがパルス化されているか、CW(持続波形)方式であるかによって、二つの異なる実施方法がある。CW実施方法においては距離圧縮作業は好適な態様として高速フーリエ交換(FFT)を用いる到来波形について周波数分析を行う。LFM-CW(線型周波数変調持続波形)方式においては目標物の距離はその帰還信号の周波数に正比例するので、FFTはレーダ信号を距離対目標物の振幅座標に変換する。パルス化実施方法においては、この作業は長時間継続パルスを圧縮解除する任務を負う。このパルスは遠距離検出に用いられシステムにセンサの最大操作距離に互って定距離分解能と検出性能を保持させることができる。この好適な態様はデジタル的に符号化されたパルスを用いて各車輛が互いに干渉効果を半減するためそれ自身の符号化を所有させるためのものである。このことはこれら長距離パルスにとっては有用である。何故なら距離が増えるにつれて各車輛のセンサがカバーする領域が増えるという単純な理由で他の車がホスト車輛の操作距離内にある確率が短距離パルスと比較して遠距離パルスの場合増大するから

である。統合化作業は、更にプロセッサ利得を介して追加目標物の信号対雑音を提供する。処理距離対振幅データの多数例にみられる干渉性または非干渉性の統合化には二つの可能な態様がある。干渉性様式の場合、距離-振幅データの多数の速写が再び高速フーリエ交換され、各距離位置が各距離セルにドップラー情報

を与える。これが好適な態様なのである。何故ならこれにより当システムは静止物体と橋梁橋台の近くを走る車のような同じ距離セルを占めることもある移動物体とを区別することができるからである。非干渉性様式の場合、多数の距離-振幅信号が加重平均又は順位統計フィルタ(rank order statistic filter)を用いる距離セルごとに濾過される。順位統計は電源システムの雑音などに因る間違ったデータを受けやすい状況下では好まれる。この様式はレーダが多数のLFMRAMP又はパルス群に互り干渉性を保持することが出来ない場合に用いられる。

図12をみると、衝突予知感知システム10は、在来のLFM段階周波数処理から一連の距離-振幅横断面図(range-amplitude profiles)を各ビーム位置で発生する。次にこれらの距離横断面図はシステムの最大限距離に亘りどの距離セルにも対応する時間系列の高速フーリエ交換(FFT)を発生して順次処理される。その結果は図13に示された一定のビーム位置に対する距離ドップラー像である。図12に示された例に図解されているように距離横断面図は車輛の前面に三個の目標物が検出されたことを示している。しかしながら実際には図13の距離ドップラー像には四個の目標物があり、その中の二個は同じ距離だったことを示している。ドップラー処理はそれぞれ異なる速度を持つ(又はビーム内の方位角において恐らく異なる位置にある)多目標を検出することができる。

かくして、システムが自動車レーダシステムに対して提供する利益は、小さな車例えば遅く走るオートバイがホスト車輛の前面にいてトラックがそのオートバイより異なる速度で次の車線にいたとすると、ホスト車輛はそのオートバイを見ず、その結果は検出されない事故が発生するかも知れない、ということである。ドップラー処理を持つ現行のシステムならこのような事故を検出するだろう。また、ホスト車輛がトンネルの中や陸橋の下に居り一台の車がホスト車輛の前をゆっくり走っていると、トンネル/陸橋構造物からの干渉に因りレーダはこの目標

物車輛を見ることが出来ないかも知れない。そのような時に他の利用法が生まれる。つまりドップラー処理はこの車が検出されることを可能にするのである。

ドップラーを自動車レーダに利用する上で重要なもう一つの特異な特徴は、統合時間またはFFT（ドップラー）処理で統合化される距離横断面図の数が可変であり図11に見られるように脅威処理理論によって決定されるということである。

例えば、一個の目標物が車輛の前面に検出されたが同じ距離内に実際に多数の目標物があるかどうかを決定することが望ましい場合、レーダ制御器はアンテナを指示してその位置に留まらせる。そして一連の長い距離横断面図を集める。この一連の長い横断面図は目標物のドップラーの優れた分解能を提供するだろう。

例えば、レーダが一定の位置を46GHzレーダで3.7ナノ秒だけ見なければならぬとすれば、当システムは速度が一時間につき1.9マイルだけ互いに離れて位置する目標物を区別することができる筈である。同様に37ミリ秒の統合化では、当システムは一時間につき0.2マイルの検出分解能をもつ筈である。これよりも高い周波数のレーダにとって、この時間は更に短くなる。これは互いに50メートル離れて隣接する高速道路にいる二個の目標物を区別するのに十分な分解能である。これは依然として広いアンテナビームを使用しつつもホスト車輛に隣接するトラックとオートバイを区別させることを可能にする。レーダシステムはレーダ走査を一回省く代わりに単一の重要な処理対象ビーム位置に焦点を合わせることをレーダ制御器によって指令されるだろう。制御器は次にこれが発生する回数を統御して捜査空間が総体的に検査不足になったり検出されない事故を犯したりすることを防止する。

当システムはアンテナ（例えば >180 度）により広域を走査しなければならない衝突予知問題があるところには理想的である。超狭ビーム帯域を用いるとシステムはどの位置にも長く留まることが出来ず、衝突時間を正確に推定するその能力を限定する角分解能を得るために目標物上に正確なドップラーを得ることが出来ない。本発明は衝突時間を推定するための目標物の正確なドップラーを提供し、且つ角度が密に接して位置する目標物を区別するための手段をも提供する。

これにより当システムは潜在的な衝突事故をもっと確実に検出することができる。

提案されたシステムはまた当システムの距離分解能を統御し当システムが例えばその距離横断面図（例えば、それは車なのか、ただの街路標識なのか）を介して目標物の種類を確認したい場合、一定のビーム角に対する極めて高い距離分解能をレーダに発生させる。

検出作業（208）は各距離セルについて周囲の背景信号と比較しながら定誤警報率（CFAR）処理を行う。CFARの好適な態様は順位統計CFARであ

り、各距離位置の振幅が距離セルの周囲にある振幅分類された窓のN番目のセルと比較される。これは、隣接する2台の車のように密に接して位置する目標物の優れた検出を提供し、衝突予知感知システムにとって極めて重要なことである。

図8に描かれたような交通“場面”はこれら多数の報告から成っている。ホストコンピュータ34は一次衝突予知感知システムアルゴリズムの責を負う。ホストコンピュータは、建造物、樹木、道路標識などのような静的物体からの報告と同様に動的物体からの報告や、最後にセンサ受信機の様々な雑音源に帰因する虚位の報告（また時には目標物がその大きさや散乱特性に帰因してシステムの検出能力の限界に達することもあるので、それによる報告不足や欠落センサ報告）を含むセンサ報告を受ける。このような入力に関するホストコンピュータ34の総体的オペレーションは図9のフローチャートに示されている。

ホストコンピュータ34の一次機能は、衝突予知感知センサが検出する目標物のそれぞれについて軌道を開発することである。軌道は目標物の報告に対応する平滑状態のベクトルとして定義される。追跡機(tracker)の好適な態様はカルマン・フィルタに基づく多重状態カルト座標追跡アルゴリズム(multiple state Cartesian coordinate tracking algorithm)を使うことである。デカルト座標システムが使われるのは目標物（車など）の軌道が距離-角度（極線）座標であるセンサ座標とは反対にこの空間では直線状であるからである。極線座標においては、通過目標物はホスト車輛を近い距離で通過するので、過激な方位加速度のような極めて非線形の動力を示す。好適な態様においては、追跡器は、 $x-y$ 座標シ

システムの各目標物について位置、速度および加速度情報を保持する。更に、軌道状態ベクトルは衝突重度を評価する時の重要要素である目標物の範囲又は大きさの測定値を保持する。これらの状態は目標物車輛とホスト車輛の最接近点（従って、衝突の可能性）を決定する下流側衝突推定処理においてすべて必要とされる。

ホストコンピュータは、二種類の軌道、確定と仮、を保持している。確定軌道はセンサプロセッサ20によって既に“見られた”軌道であり、必要にし十分な品質があり、その品質は最後のN走査のMに対する報告又はカルマン残差の移動窓平均値(moving window average)もしくは他の何か可能な計量値によって更新される。

ることにより測定されてもよい。軌道残差は目標物軌道の予想位置とその軌道を更新するのに使われた実際のセンサ報告位置との間の差として定義される。仮軌道は、例えば最後のN走査でM回以下見られただけである半減した品質を持つ全ての軌道である。当システムは目的物を見逃す可能性を実質的に少なくするためにセンサ報告をすべて他に立証されるまで可能性のある報告と仮定する。仮軌道は確立した軌道と同じようなやり方で脅威の可能性について分析される。脅威車輛が他の非脅威車輛に一時的に掩蔽(temporary obscuration)されるような場依存効果(scene dependent issue)から低軌道品質が生ずると思われるからである。

図5を参照して、ホストコンピュータ22は、センサプロセッサ20報告を受け、同じ目標物に対応するセンサ報告を即時に一つに纏める(102)。そして単一大型物体（例えば、トラックの側面、ガードレイル、建造物）等から来る複数の報告を減らして追跡物体数を減らし、且つ遠近目標物に関して図10に例示したように、物体部分よりも寧ろ物体全部を論理的によせ集め追跡するクラスター・アルゴリズムを実行する。このクラスターは、一群の可能な目標物帰線の距離、角度および速度を基礎としており、下記の如き重み付きユークリッド距離およびK-手段クラスター・アルゴリズムのような、但しそれに限定されない正規“距離”関数を基礎としている：

$$\begin{aligned} \text{距離} = & \sqrt{\left(\frac{\text{範囲内の距離}}{\text{センサの範囲分散}} \right)^2 + \left(\frac{\text{範囲内の交差距離}}{\text{センサの交差範囲分散}} \right)^2 +} \\ & \left(\frac{\text{速度内の距離}}{\text{センサの速度分散}} \right) \end{aligned}$$

これにより当システムは橋梁近くの車や他の静止物体を別々に追跡することができる。同じ目標物から来る報告群の重心を決定することに加えてアルゴリズムはまた目標物の交差距離範囲を計算する。この値はまた追跡システム媒介変数に組み入れられ、この値の平滑推定値はあとから加わる各センサ入力で計算される。遠距離にある自動車のような目標物はセンサ角精度の限界により正確な推定値を得ることはない。しかし目標物の距離が減少するにつれて目標物は多ビームを反射し一層正確な推定値を得ることが可能となる。目標物の範囲は各アンテナ走査で総体的に計算された範囲と交差距離報告推定値の無作為変分仮分析の重みつき組み合わせを用いて計算される。目標物の角位置の変分の一部は閃光効果（目標

物上の無作為散乱位置）に因るからである。これは目標物の大きさを追跡する状態と共にカルマンフィルタを増強することにより達成される。この大きさ状態は目標物が大きくなるにつれて近くに移動して来るのでその値と目標物に対する距離（xとyの状態）とに基づき更新され予知される。これにより当システムは、街路標示、自転車等と車輛やその他の大きな嵩のある潜在的に危険な物体との違いを検出することができる。

ホストコンピュータ34は次に（距離、距離率および方位角において）互いに密に接して位置する一連の報告を論理的に集め、同じように密に接して位置する軌道と関連づけするだけで、軌道との関連づけに備えてこれらの報告を事前演算処理（104）する。このことは全捜査空間を処理対象の領域へ効果的に分割する。これはまた後続する報告対軌道の関連操作で当システムの後半の処理要求事項を著しく減ずる。ホストコンピュータ34は次に報告を軌道に関連づける（106）。初めに報告リストを用いて確定（又は確立）した軌道、次に仮の軌道を残りの報告に関連づける。この関連操作は大域最適化アルゴリズム(global optimization algorithm)を用いて実行されてもよい。これはすべての報告とすべて

の軌道、又は近くにある報告はすべて投影軌道位置からの相対的距離に基づき軌道更新に貢献すると推定される確立的方法との間の総距離を最小限度にする。軌道と報告のこの相対的距離は各報告の各軌道に対する相対的な貢献度を決定するのに用いられる。

関連操作が完了すると、この新しい報告データを用いて軌道が更新される(108)。新しいデータで更新されない軌道は推定車輛移動モデルを用いる次の走査上にその予想位置を進めることにより“推定位置”とみなされる。報告データで更新された高品質(即ち、最後のN走査で更新されたM、軌道残差の移動平均値、又は他の品質測定値)の仮軌道は次に確定の位置(110)に前進させられる。一方、必要にして十分な品質ではない(即ち、最後のN走査のKで少なくとも決定的に更新されなかった)仮軌道はそのリストから除去される(112)。これによりホスト車輛の傍を通過して既にセンサの視野にはない物体は当システムにとってもはや関心がないので脱落させられる。更新や脱落のための品質計量値戦術を用いることにより当システムは無作為目標物信号変動に因る、又は短時

間他の物体により追跡された車輛が隠蔽されることに因る逸失報告を取り扱うことができる。

軌道が完全に更新されると、軌道は多重時間遅延に対して順方向時間に投影される(114)。これらの遅延はそれぞれ可能な拘束システムに対応する。各システムはそれぞれ異なる量の遅延時間を必要とするからである。次に各軌道の脅威は、推定最近接点分析(probable closest approach analysis)と、最近接楕円は最強の脅威であると見做される一連の同心楕円内にある目標物の位置に基づく脅威の割当て水準と、を用いて検討評価される(116)。脅威の確率は、軌道の精度、その状態(確定か仮か)および軌道の品質(即ち、最後の能動更新時と、目標物がセンサの視野内にあった時間間隔に互に行われた更新の総数、または他の計量値)に基づき、侵入物体に割当てられる(118)。各軌道に対しては、軌道状態値、その品質計量値およびカルマンフィルタの分散行列を用いて、目標物車輛が或る未来時Tにおいて実際に最も見つかりそうな領域と、この楕円とホスト車輛位置との間の重複量と、に関して信頼尺度を提供する。位置誤差楕円

は単一回数よりも寧ろ複数回数に亘って計算される。これらの時間間隔は様々な能動拘束システムの反応時間と貫入性によって決定される。各時間投影に対する誤差楕円、脅威物体速度および脅威物体寸法はすべて最適拘束戦術処理に提供される(120)。拘束システムの組み合わせはこれらの介助変数に基づいて選ばれる。戦術分析は、始動時間、展開率、エアバッグ可変膨脹率およびシートベルト張力補強と他の可能なシステムの展開量とから成る。例えば、能動システムの考えられる一つの階層別順位は下記の通りである：

1. 可聴運転警報
2. シートベルト事前張力補強
3. 車輻ブレーキ
4. 外部エアバッグ展開
5. 内部エアバッグ展開

軌道の時間先行投影は時間反応と貫入性に反比例して依存する。例えば、運転手が可聴警告に反応するのは展開するエアバッグよりも長く時間が掛かるので、軌道は警告を発するのに可能な2秒前に、エアバッグを展開するのに200ミリ

セコンド前に投影する。同様に可聴警報はそれほど耳障りではないので、偽警報は間違ったエアバッグの展開よりも致命的なものではない。この拘束貫入性と展開時間との間の並行現象は、軌道が順方向時間に更に先行して投影されればされるほど位置推定の誤差が大きくなるので、好都合である。それ故、当システムの貫入性が大きくなればなるほど、目標物車輻の位置はますます本来的に正確となり、そして偽警報が発せられる可能性はますます低くなる。

以上の如く、特定の態様が詳細に説明されたが、この開示の技術的内容に鑑み、これらに様々な修正や代替を加えることができることを在来技術に熟練した業者は理解するであろう。従って、ここに開示された特定のシステムは単に例証として意図するものであって、本発明の範囲を限定するものではなく、その範囲は添付の請求の範囲全幅及びその等価物の一切に及ぶものである。

【図1】

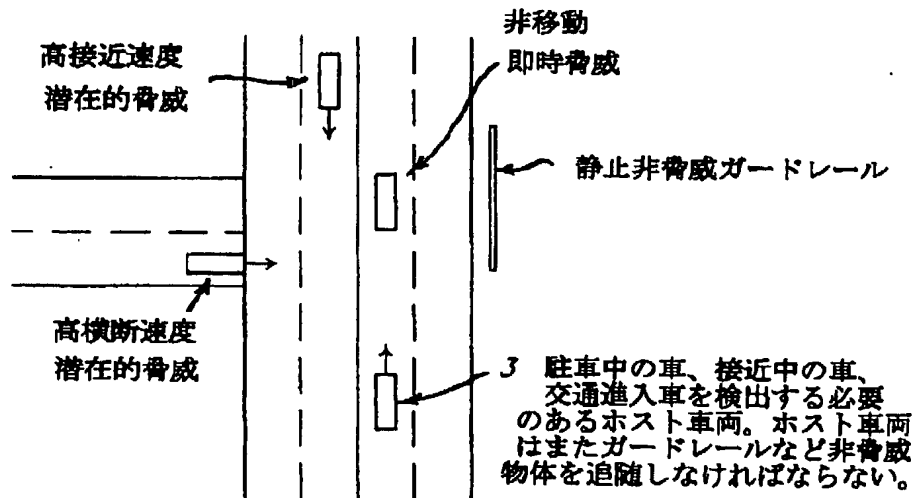


図 1

【図2】

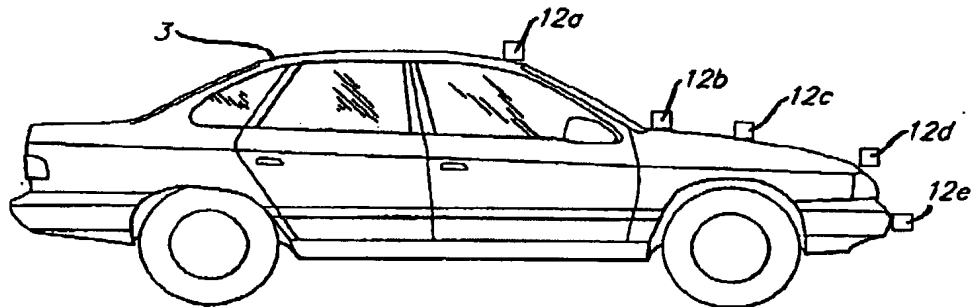


図 2

【図3】

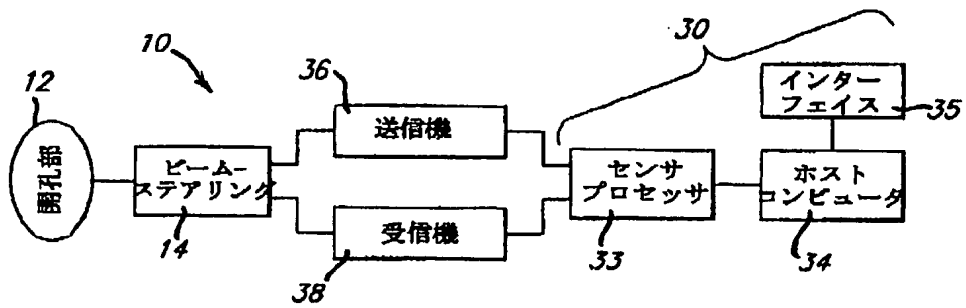


図 3

【図4】

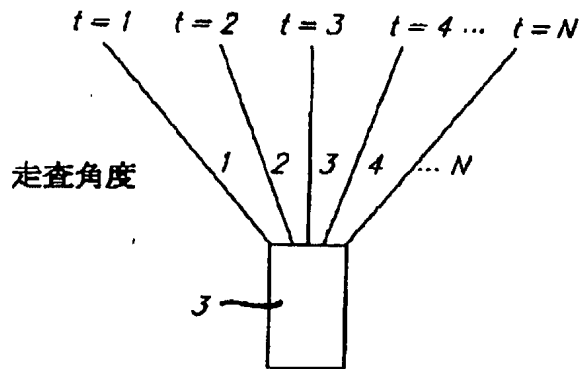


図 4a

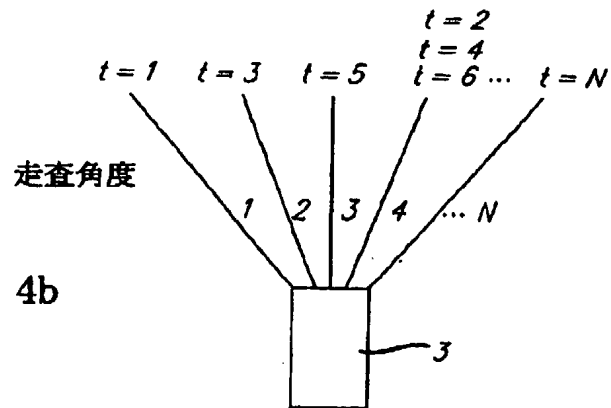


図 4b

【図6】

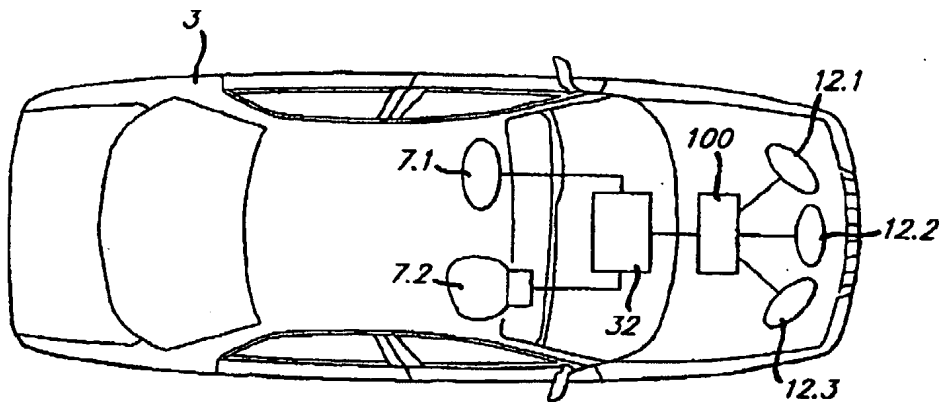


図 6

【図8】

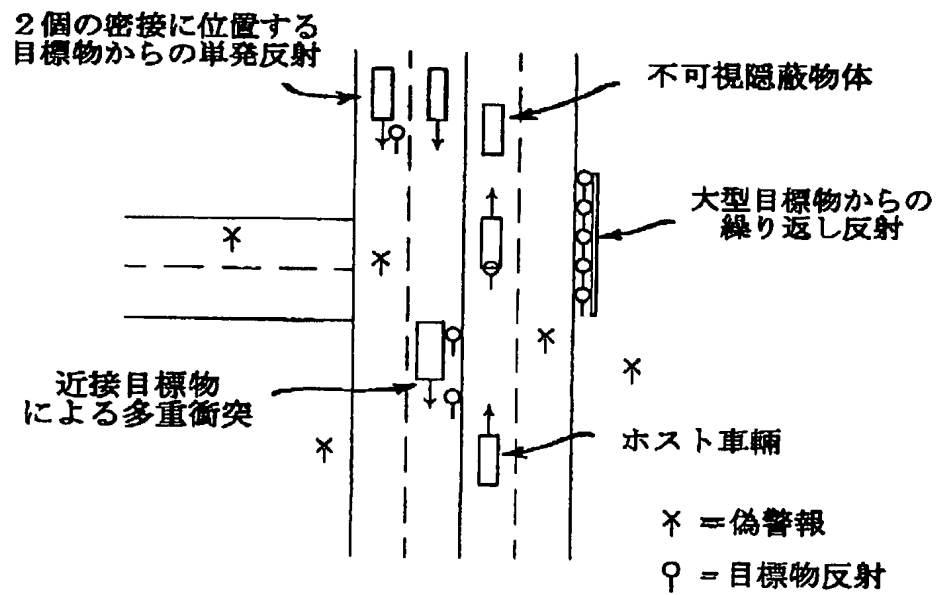


図 8

【図9】

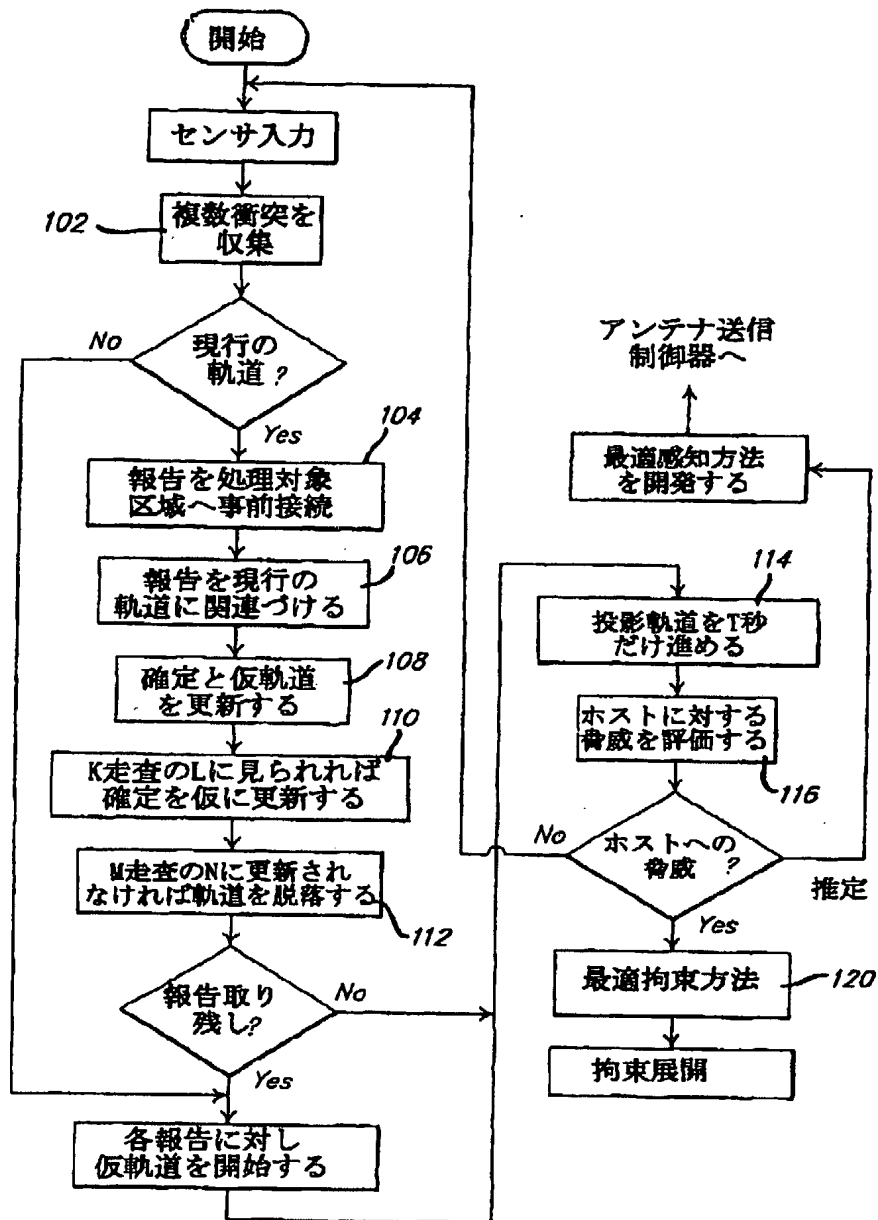


図 9

【図10】

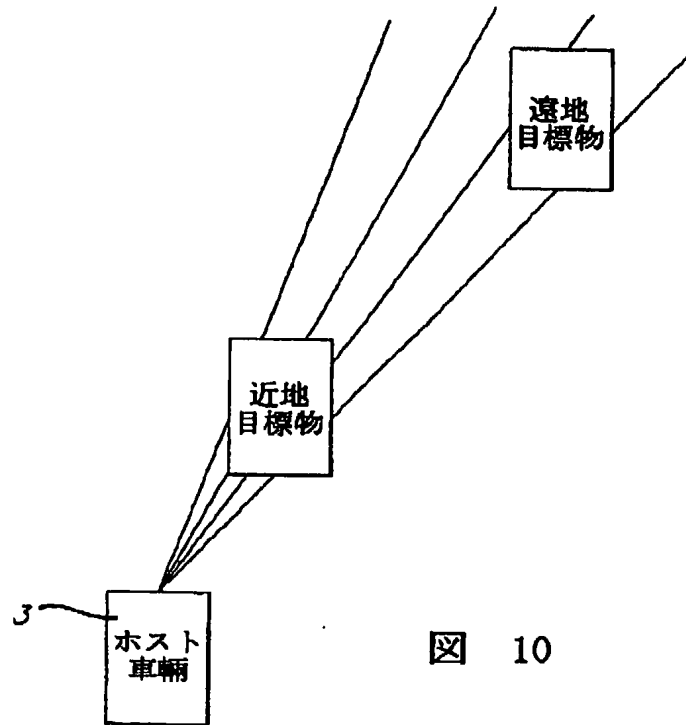


図 10

【図11】

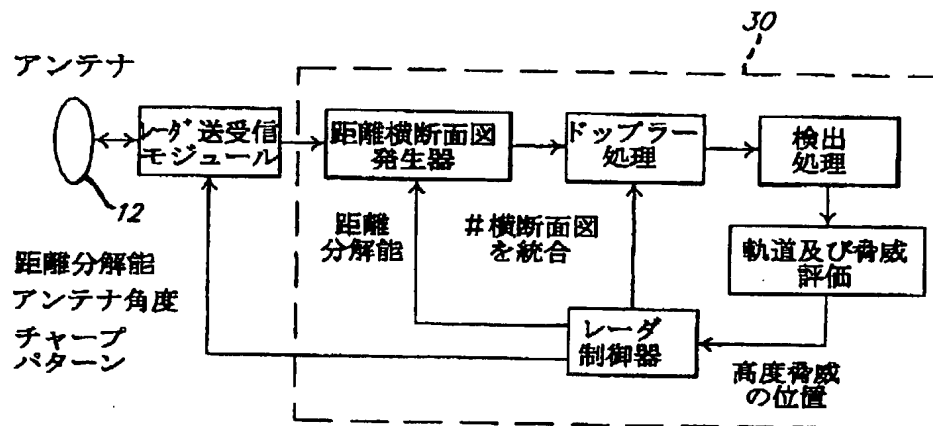


図 11

【図12】

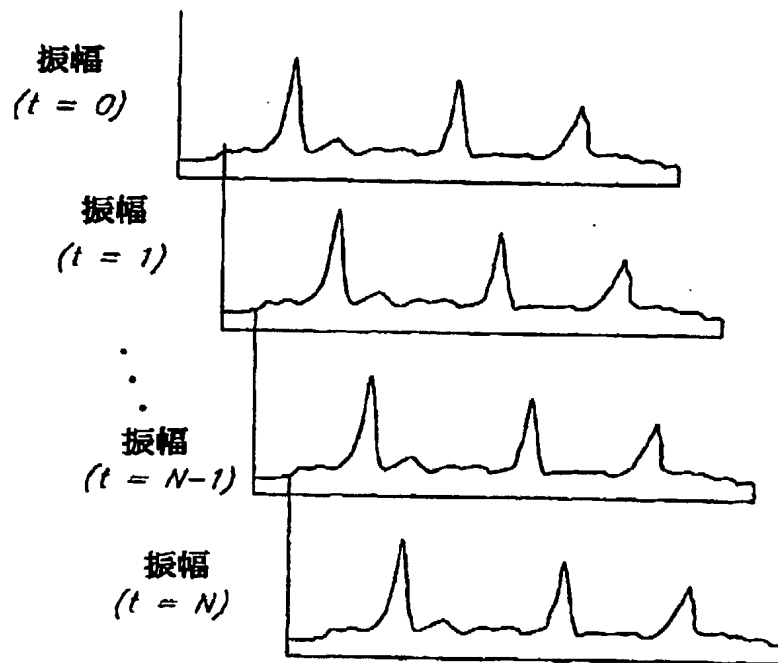


図 12

【図13】

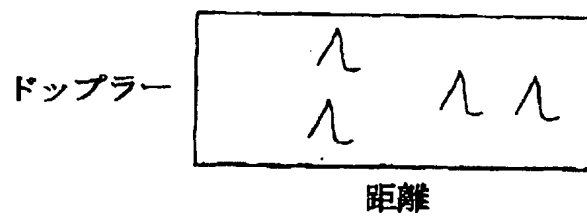


図 13

【図14】

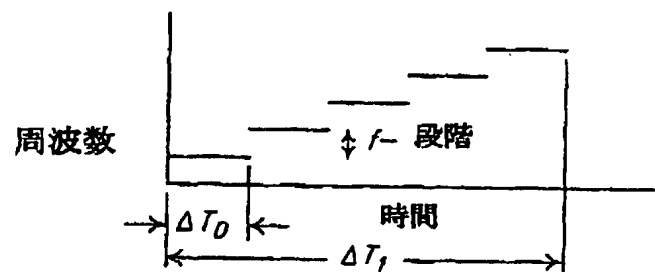


図 14

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】平成10年8月21日(1998. 8. 21)

【補正内容】

かくして衝突は加速対時間測定値の特性に基づいてのみ確認される。現行の衝突後検出システムの不利な点は、能動安全システムを展開するのに要する時間が、特に搭乗者拘束システムが十分に有益な安全性を提供しうる側面衝撃や高速前面衝突に対して非常に短いという事実から来ている。このような短時間枠が極めて大きなエアバッグ膨張率へと繋がり、搭乗者がエアバッグの位置とうまく合わない場合、死傷が発生することもある。

エアバッグ・インフレーターによる搭乗者への傷害を軽減する一つの技法は、例えばエアバッグ・インフレーター中に発生するガス量又はその膨張率を減少することによって、当エアバッグ・インフレーターの出力とエネルギーを減少することである。これはエアバッグ・インフレーターによる搭乗者への傷害を低減してはくれるが、それと同時にエアバッグ・インフレーターの拘束能力を低減し、更に厳しい重度衝突に直面した時、傷害を与える一層大きな危険に搭乗者を曝す。

エアバッグ・インフレーターによる搭乗者への傷害を軽減する他の技法は、衝突重度測定値に応じた膨張率又はインフレーター能力を制御することである。従来の技術は、それぞれ異なる独自の区分化された段階とそれに対応する点火回路とを持つ多段階インフレーターを使用することを教示しているが、これらの段階は効率的な膨張率を制御するために遅延継続的に点火されるか、又は点火を阻止して効率的なインフレーター能力を制御することがある。従来の技術はまたそれぞれ独自に点火される貯蔵ガスと火工品ガス発生機成分の結合したものを持つ混成インフレーターを使用することを教示している。更に従来の技術はインフレーターのガス放出流を制御するためにコントロール弁を使用することも教示している。膨張率および能力は、感知された又は推定された衝突重度に応じて制御されることがある。この場合、低重度は高重度衝突よりも低い膨張率又は膨張能力を必要とする。低重度衝突は高重度衝突よりも多くあると思われるし、また上記のように制御されたインフレーターは低重度衝突条件下では高重度衝突の場合よりも攻撃的ではないと思われるので、背格好やその位置によりエアバッグ・インフレーターによる傷

害の危険に曝される搭乗者が傷害を負う可能性は総体的に少ないと思われる。攻撃性の少ないインフレータに曝されることの方がもっとありうる事だからである。しかしながら、普通の位置に居る搭乗者に対して十分な拘束を提供しようとして

インフレータが意図的に攻撃的に設定されると、そのような搭乗者に対する傷害の危険は一層高度な衝突重度の条件下では軽減されないであろう。

理想的には、エアバッグは普通に腰掛けている搭乗者との間に相互作用が始まる前であって、かつ位置違いの搭乗者が膨張するエアバッグに傷つけられない十分な低速度で膨張することである。重度が十分に高い衝突の場合、このことは衝突感知システムが切迫した衝突を予知しうることを必要とする。位置違いの搭乗者にとって安全で十分に低速な膨張率でエアバッグを膨張させるのに要する時間は、搭乗者が動いて膨張したエアバッグとの相互作用を始めるのに要する時間、又は搭乗者を安全に減速するのに要する時間、よりも長いからである。

現在の感知技術は加速度計を使用して実際に衝突が発生するのを検出する。従って衝突が発生する前に安全装置を起動することは不可能である。現在レーダ・センサが知能クルーズ・コントロール用として研究されているが、これは他の車輛との安全距離を保つ点で車輛の運転者に便宜を与えるだけであり、ブレーキを掛けるかエンジンを絞るかしてホスト車輛を減速させるものである。こうした装置が故障しても運転手は単に不便になるだけであり車間距離を自発的に保つことを余儀なくするにすぎない。しかしながら、衝突予知センサは乗客の安全が懸かっているので100パーセントの効果を奏しなければならない。このような観点から、想像し得るあらゆる作動条件と交通事情のもとに信頼しうる確実な方法で当システムは作動しなければならない。

レーダ・センサはまた目下衝突防止用として研究されているが、これはホスト車輛が極端に減速し舵をきって衝突を避けるものである。しかしながら、これらのシステムは安全拘束システムの展開決定プロセスには組み込まれていない。

現行の衝突後検出システムの不利な点は、特に搭乗者拘束システムが十分に有益な安全性を提供しうる側面衝突や拘束前面衝突に対して、能動安全システムを

展開するのに要する時間が非常に短いという事実から来ている。このような短時間枠がエアバッグの過大な膨脹率へと繋がり、搭乗者がエアバッグの位置とうまく合わない場合、死傷が発生することもある。

提案されている知能クルーズ・コントロールシステムの不利な点は、その視野が車輛前方の僅が数車線幅（最大10－12度）しかないということである。

従ってこれらのシステムは外れ角度前面の又は側面衝撃の衝突を検出することはできない。

発明の概要

それ故、本発明の目的は実際に衝突が起こる前にホスト車輛に衝突すると思われる物体を感知し得るシステムを提供することである。本発明は以下に記す一つ又はそれ以上の車輛システムを制御するために衝突重度を推定し、衝突する物体の衝撃時間を推定しその種類を確認し車輛搭乗者の安全を高めるものである。即ち a) 現実化し得る衝突から来る傷害危険を運転手に警告する警報装置、b) 現実化し得る衝突を自動的に避けるための車輛ブレーキ装置および又は舵取装置、c) エネルギー吸収シートベルト緊縛機や可変比エアバッグ膨脹器のような搭乗者拘束システム。

下記に更に詳しく述べるように、本発明は次のような特徴のある衝突予知感知および展開制御システムを提供する。

1. ホスト車輛の速度ベクトルについて大きな角領域（例えば ≥ 100 度）を走査する。
2. 潜在的に脅威を与える物体はすべて解明できるように複数（例えば > 25 ）の物体を同時に追跡する。
3. 軌道を順方向時間に投影して能動安全システムを展開するために衝突の確率、衝突時間、衝突重度および衝突点／角度を引き出す。
4. センサ報告はどれも衝突する可能性のある物体として取り扱い、それについて脅威評価分析を行い、与えられたセンサ報告が虚偽の報告であるかどうかを決定し、それによって衝突を見逃す可能性を大きく減ずる。

5. ホスト車輛の速度、車首方位、位置などに関するデータは不要である。車道（例えばカーブや直線）の状態についてのデータも不要である。更に衝突する可能性のある物体を見逃すことを防止し、それによって車輛が制御不能時の滑走中システムの信頼性を増すことを目的とする車道内のホスト車輛の位置も知る必要がない。

6. 単一信号符号化により領域内の他の同様なシステムから干渉を受けることがない。

7. 外部エアバッグのような外部損傷軽減システムのみならずシートベルト緊縛機、エアバッグ、ブレーキの組み合わせのような車両制御および搭乗者拘束

システムの方法とその組み合わせを展開し制御するのに用いられる。また操縦者に差し迫った衝突を警告して操縦者ベースの防止策（即ち、ステアリングとか追加ブレーキ）が取れるようにするためにも用いられる。

8. 潜在的な高度脅威目標物がある場合、アンテナを適切に走査し指向して情報リッチな位置からの更新率を高める。衝突時間とその重度の推定値を向上させる。

9. ホスト車輛が他に移動する又は静止している物体に衝突するかどうか、あるいはホスト車輛が静止している場合であっても広範囲の進入角度から他の車輛がホスト車輛に衝突するか、どうかを検出する。

本発明の一つの目的は、角度が密に接して位置する物体を狭いレーダビーム帯域を使用せずに検出し同じ距離内にある静止および移動物体（即ち自動車や橋梁橋台）を区別する自動車衝突予知感知レーダを提供し、容積混乱波に対して向上した性能を提供することである。

更に本発明の更なる目的は、強化された目標物検出（効率）の雑音対信号比を改善し稠密な人口領域に対するレーダの送信電力を削減した自動車衝突予知感知システムを提供することである。

本発明によれば、全ての目標物の速度を即時に発生するのみならずレーダビーム内にある複数目標物の副アンテナ・ビーム分解能を提供するためにも距離ドップラー像が用いられる。これにより本発明のシステムは更に広域のビームを使

用して車輛周辺の全捜査量を更に速やかにカバーすることができる。これはまた多重ビーム配列(MBA)に使用されるビーム数の点で、又は位相アンテナの点でレーダ・システムの複雑性を軽減する。

本発明はまた、適応距離ードップラー像を組み入れて容積混乱波に対する性能を向上した。例えば、ソーダ・ポップ缶のような小さい物体の集まったものが陸橋から投棄されると、既知の大抵のレーダシステムは騙され、衝突が切迫していると予知する。これに反して本発明は改善された距離分解能と距離ドップラー像を組み合わせて使用することにより、このような混乱波を脅威の無いものとして区別する。

本発明は、アンテナの可変合わせピンを特定の位置に設け、これによってドップラーを希望するどの分解能にも凝縮することができると共に脅威があると思われる領域の高度な自動精査を提供することができる。

本発明のこれら及び他の目的、特徴、そして利点は以下に記す好適な態様の詳細な説明を読めば更に十分に理解されるであろう。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一つ実現し得る環境を例示する。

図2は、本発明の車輛への装着可能位置を例示する。

図3は、本発明の構成図である。

図4aは、本発明による順次走査プロセスを例示する。

図4bは、本発明による順応走査プロセスを例示する。

図5は本発明による送受信モジュールの一様相を示す構成図である。

ホスト車輛3は、この複雑な場面を移動する。そして本発明の衝突予知感知システムの目標は、これら物体の中のどれ(静止物又は移動物)が主車輛に脅威を与えるかを決定する。次に脅威の確率と脅威の種類が計算され、運転手への警告にとどまることなく、シート・ベルトの張力補強、エアバッグの準備とそのガス詰め、ブレーキを掛けたりするなど、適切な行動が取られなければならない。ホスト車輛3に対する脅威は、いろいろな方向から来ることがあり、能動拘束シス

テム内の幾つかの構成部分を起動させる必要があるか否かという様々な水準であり得る。例えば、車が車輻に衝突するのと比べて自転車かホスト車輻3に衝突する時には違う方法が用いられる。

本発明の衝突予知感知装置10のセンサ開孔部12は、車輻外部と一体化されている。センサ開孔部12の位置は見た目には妨げとならない総体的に望ましい取り付け個所を提供することを基本とする。図2は、この装置の取り付け可能位置の例を示す。即ちウインドシールド12a上の天井線、フード12b上のウインドシールドの基板、空気取り入れ口12cと同じに位置するフードの中間、各前照灯12dの上、又はバンパ12eの各コーナに取り付けられている。これは必要な全角度範囲を提供するためである。

本発明の衝突予知感知装置10は、図3に示す構成要素から成っている。これらの構成要素は、次の通りである。即ち、センサ開孔部12、ビームステアリング機構14、センサ送信機36、センサ受信機38、センサ・プロセッサ33、ホスト・コンピュータ34および能動拘束装置への接続を提供するインターフェイス35を備える信号処理装置30を含む。

センサ開孔部12は、外部環境への“窓”をセンサに備えている。開孔部12の透過性特性は、IR（赤外線）、マイクロウェーブ、又はミリ波RF信号のような、外部環境を感知するのに用いられる電磁信号の波長に依存する。センサ開孔部12はまた、マイクロウェーブ又はミリ波RF信号を用いる装置では、システム・アンテナを組み込むか、又はこれを備えている。ビームステアリング機構14は、装置に処理対象の全界磁（少なくとも±100度）を走査させると共に、極めて高い角精度を持つシステムを保持する。更に、ビームステアリング機構14は方位角走査射程上ほぼ10度の間隔で電磁波ビームを位置決めすることがで

きる。特に、多ビーム・アンテナは14個から30個の、好ましくは21個の、異なるビーム位置を全走査射程上に持てればよい。ビームステアリング機構14は電子的（例えば位相又は多ビーム・アンテナ）でも、電気光学的でも、又は機械的であってもよい。本発明の方法は、図4aに例示したように順次繰返す走査

か、順応した又はランダムな走査を支援する。その場合アンテナ12は特定の場所へ速やかに向けられると同時に、より精密な速度分解能を得るために図4bに示したように高度脅威目標物のより正確な分析、例えばより長い滞留時間走査(即ち、一個所介在疑視走査)することを可能にする。ビームステアリング機構14は全走査量に亘り少なくとも20-40ヘルツで走査することができなければならない。順応又はランダム走査モードにおいてシステムは旋回率に因るセンサ不動作時間を切り詰めるため数マイクロ秒内で特定の方向へ向くように設計されている。

一方、それぞれのビーム位置において、センサは求められる目標物の分解能と精度の如何により可変量の時間を費やすことができる。RFセンサ方式の場合、ビームステアリング機構は隣接するビーム位置へアンテナ12を順次向けることに基づくモノパルス角推定値を採用している。例えば、センサがビーム位置6に向くように指示されると5および/又は7にも向いて更に優れた角精度を提供する。

センサ送信機36は信号を送信するための電子指令を能動伝播RF又は電気光学信号へ変換する。センサ送信機36は信号を符号化して精密な距離分析を行い同じ近辺で使用されていると思われる他の同様な装置が当装置に干渉することを好ましくは防止できればよい。RF方式において好まれる方法はセンサが線型周波数変調持続波(LFM-CW)波形を用いることである。この波形は車輛から1メートル以内の検出能を提供し最低限の最大消費電力送信機を提供し目標速度を提供するのに用いられる。パルス化されたRFシステムも使用してよいが近距離目標検出を支援するためには超狭帯域パルスが必要とする。これらの超狭帯域パルスは次に長距離検出用としては極めて高い最大消費電力、又は長短距離操作の長短時間混合持続パルスを伝送する一層複雑な波形を必要とする。近距離検出に関わるこの特徴は衝突予知装置には大切なものである。何故なら当装置は正

確な衝突時間が推定できる衝突の瞬間まで走路を保持し得なければならないからである。順応クルーズ・コントロールのような他の自動車レーダ用としてこの近距離検出は欠かせないものではない。と言うのは、当装置は他の車輛との間に大

きな最低距離を保つように設計されているからである。

L F M波形の好適な態様は図14に例示されているようにL F Mの離散段階周波数近似値(discrete stepped frequency approximation)を利用することである。この方式は特定の周波数を極めて正確に発生することのできる低価格で生まれた直接デジタル・シンセサイザ技術を使用することを支援する。それはまた各車輛が車輛相互間の干渉効果を半減するための単一な一組の周波数を提供することを進んで支援する。R F方式用の送信機サブシステムの好適な態様は低周波数でL F M信号を発生し次にそれを送信周波数に変換する図5に示すようなアップコンバート・ミキサ構成を用いることである。この方式は広範囲の温度にわたり且つ自動車に備えられている極めて不規則なプライム出力を介してL F M信号の直線性を注意深く制御する優れた能力を提供する。R Fセンサよりも電気光学センサが用いられるなら、この好適な態様は超狭帯域のレーザ・パルス飛翔時間を用いることである。

センサ受信機38は送信された信号を適切な電気信号に再変換し信号プロセッサにより分析する。これは、送信信号をダウンコンバートし、送信波形と共に用いられた符号化をどれも復調し、ベースバンドビデオ信号を発生してシステムプロセッサによる処理を受けること、を含む。電気工学式装置用受信機の好適な態様は最後の帰還パルスを所定の時間窓内で検出することを支援する光学検出式を用いることである。これにより当装置は装置開孔部上の漂積物に因る超近距離パルスの帰還又は濃霧や塵による帰還を無視することができる。

図5を参照して、特にR Fシステムについては、レーダシステム10は信号プロセッサ30の制御下にある周波数の特定の順序列を統合する直接デジタルシンセサイザ(D D S)24を組み入れている。直接デジタルシンセサイザ24は例えば周波数を40から100ナノセカンド内に変えることにより発生された周波数を極めて速やかに変化させる。直接デジタルシンセサイザ24は業界の技術に精通している者なら誰でも承知しているように単一カスタム広域帯装置又は希望

する全周波数帯を包含するオフセット周波数の櫛型フィルタネットワークを持つ注文すれば直ぐに入手できる狭域帯シンセサイザから開発してもよい。中間周波

数(I F) ソース26はミキサ18. 3により直接デジタルシンセサイザ24の出力と混合する。そしてミキサ18. 3の出力は直接基準発振器(DRO) 20の出力又はミキサ18. 1によりガンダイオードの出力と混合して更にアップコンバートされ、ほぼ47GHzの周波数を持つRF信号を発生する。RF送信信号はサーキュレータ16を介して信号プロセッサ30の制御下にあるアンテナビーム導波器14へ入る。これは信号を一つ又はそれ上のアンテナ12. 1、12. 2、12. 3の中の一つ又はそれ以上のアンテナによって車輛3近辺の処理対象領域へ放射する。複数の固定アンテナ12. 1、12. 2、12. 3、単一の移動アンテナ、又は位相アンテナのうちいずれも本発明から逸脱せぬ限り組み込まれてもよい。

送信信号は、一つ又はそれ以上の固定する又は移動する目標物から反射され、次にアンテナシステム12によって受信される。受信信号は次にサーキュレータ16によりミキサ18. 2へ誘導される。ミキサはその信号を直接基準発振器(direct reference oscillator) 20の出力と混合することによりダウンコンバートする。そしてダウンコンバートされた信号はミキサ18. 4により直接デジタルシンセサイザ24の出力と混合され更にダウンコンバートされて変調されたI Fレーダ信号を形成する。変調I Fレーダ信号は、直角位相転位器(quadrature phase shifter) 28により位相転位される。そして変調I Fレーダ信号とその直角位相転位版はA/D変換器26. 1、26. 2によってそれぞれ検査され変調I Fレーダ信号の振幅と位相(A, ϕ) から成る複合測定値を信号プロセッサ30に供給する。信号プロセッサ30はレーダシステム10の視野内にある目標物の距離と速度を検出し衝突が起こるかどうかを予知する。起こりそうな場合には搭乗者の傷害を軽減するため安全拘束システム32の起動を制御する適切な時間信号を送り出す。

図6をみると、複数のアンテナ12. 1、12. 2、12. 3は車輛3のフロントに装着されレーダプロセッサ100に接続されている。このプロセッサは例えば差し迫った衝突に反応して前面のエアバッグシステム71、72を起動させる安全拘束装置32に更に連結されている。

センサプロセッサ33は到来データ(incoming data)を分析し目標物と偽警報とを検出する。センサプロセッサ33は、距離、距離比、方位及び目標物の振幅を計算し、このデータを、各センサ報告の時間標識、走査番号又は現行ビーム番号とを添えてホストコンピュータへ転送するのに相応しいプログラムを含んでいる。電気光学式装置については、センサ検出器は目標物の距離、角度及び振幅を直接ホストコンピュータへ提供する。RFセンサ処理工程の機能別作業の好適な態様は図7に提供されている。この処理工程は、前処理工程(202)、距離圧縮(204)、統合化(206)及び検出(208)を含む。

前処理工程(202)は、DCバイアス除去、I/Q(同相/直角位相)振幅不均衡制御および漏洩除去(LFM-C方式の場合)を含む。DCバイアスは到来するレーダ波形の相殺された定振幅をいずれも除去するためのものであり、I/Q不均衡制御はセンサ受信機の同相と直角位相検出器間の変異性をいずれも調整するためのものである。漏洩除去はRFエネルギーを様々なビーム方向へ向ける開孔部スイッチの有限効率に因ると見なされる信号をいずれも除去するためのものである。それは多数の目標物よりも特に大きく短距離目標物がこのエネルギーによって不明瞭になり得るので、これを除去することは衝突予知装置にとって必要である。この好適な態様は先に参照した出願番号ASL-188-PROに記されているように目標物が存在せず到来信号訂正用として後に用いられるために記憶されることもない場合、能動的漏洩計算が不定期に行われる能動的漏洩除去を行うためのものである。

距離圧縮作業(range compression task)(204)は二つの異なる実施方法がある。一つは使用されているRFセンサがパルス化されているか、他はCW(持続波形)方式であるか、ということである。CW実施方法においては距離圧縮作業は好適な態様として高速フーリエ交換(FFT)を用いる到来波形について周波数分析を行う。LFM-CW(線型周波数変調持続波形)方式においては目標物の距離はその帰還信号の周波数に正比例するので、FFTはレーダ信号を距離対目標物の振幅座標に変換する。パルス化実施方法においては、この作業は長時間継続パルスを圧縮解除する任務を負う。このパルスは遠距離検出に用いられ

当装置にセンサの最大操作距離に亘って定距離分解能と検出性能を保持させることができる。この好適な態様はデジタル的に符号化されたパルスを用いて各車輛が互いに干渉効果を半減するためそれ自身の符号化を所有させるためのものである。このことはこれら長距離パルスにとっては有用である。何故なら距離が増えるにつれて各車輛のセンサがカバーする領域が増えるという単純な理由で他の車がホスト車輛の操作距離内にある確率が短距離パルスと比較して遠距離パルスの場合増大するからである。統合化作業は、更なるプロセッサ利得を介して目標物の信号対雑音比を向上する。模範的な態様としては処理距離対振幅データの多数例にみられる干渉性または非干渉性の二つの統合化がある。干渉性様式の場合、距離-振幅データの多数の速写が再び高速フーリエ交換され、各距離位置が各距離セルにドップラー情報を与える。これが好適な態様なのである。何故ならこれにより当装置は静止物体と橋梁橋台の近くを走る車のような同じ距離セルを占めることもある移動物体とを区別することができるからである。非干渉性様式の場合、多数の距離-振幅信号が加重平均又は順位統計フィルター(rank order statistic filter)を用いる距離セルごとに濾過される。順位統計は電源装置の雑音などに因る間違ったデータを受けやすい状況下では好まれる。この様式はレーダが多数のLFMランプ又はパルス群に互いに干渉性を保持することができない場合に用いられる。

図12をみると、衝突予知感知装置10は、在来のLFM段階周波数処理から一連の距離-振幅横断面図(range-amplitude profiles)を各ビーム位置で発生する。次にこれらの距離横断面図は装置の最大限距離に亘りどの距離セルにも対応する時間系列の高速フーリエ交換(FFT)を発生して順次処理される。その結果は図13に示された一定のビーム位置に対する距離ドップラー像である。図12に示された例に図解されているように距離横断面図は車輛の前面に三個の目標物が検出されていることを示している。しかしながら実際には図13の距離ドップラー像には四個の目標物があり、その中の二個は同じ距離であることを示している。ドップラー処理はそれぞれ異なる速度を持つ(又はビーム内の方位角において恐らく異なる位置にある)多目標を検出することができる。

かくして、装置が自動車レーダシステムに対して提供する利益は、小さな車例

例えば遅く走るオートバイがホスト車輛の前面にいてトラックがそのオートバイより異なる速度で次の車線にいたとすると、ホスト車輛はそのオートバイを見ず、その結果は検出されない事故が発生するかも知れない、ということである。ドップラー処理を持つ本発明の装置ならこのオートバイを検出するだろう。ドップラー処理から受ける利益の他の例は、ホスト車輛がトンネルの中や陸橋の下に居り他の車がホスト車輛の前をゆっくり走っていると、ドップラー処理がない場合、トンネル／陸橋構造物からの干渉に困りレーダはこの目標物車輛を見ることができないかも知れない。しかしドップラー処理があればその車は検出できる、というものである。

ドップラーを自動車レーダに利用する上で重要なもうひとつの特異な特徴は、統合時間またはFFT（ドップラー）処理で統合化される距離横断面図の数が可変であり図11に見られるように脅威処理理論に依存するということである。たとえば、一個の目標物が車輛の前面に検出されたが同じ距離内に実際に多数の目標物があるかどうかを決定するとが望ましい場合、レーダ制御器はアンテナを指示してその位置に留まらせる。そして一連の長い距離横断面図を集める。この一連の長い横断面図は目標物のドップラーの優れた分解能を提供するだろう。

例えば、レーダが一定の位置を46GHzレーダで3.7ナノ秒だけ見なければならぬとすれば、当装置は速度が一時間につき1.9マイルだけ互いに離れて位置する目標物を区別することができる筈である。一方37ミリ秒の統合化では、当装置は一時間につき0.2マイルの検出分解能をもつ筈である。これよりも高い周波数のレーダにとって同じ分解能に対しこの時間は更に短くなる。これは互いに50メートル離れて隣接する高速道路にいる二個の目標物を区分けするのに十分な分解能であり、ホスト車輛に依然として広いアンテナビームを使用しつつも隣接するトラックとオートバイを区分けさせることを可能にする。特定の位置における一層高度な分解能を得るためにレーダシステムはレーダ走査を一回省く代わりに単一の重要な処理対象ビーム位置に焦点を合わせることをレーダ制御器によって指令されるだろう。制御器は次にこれが発生する回数を統御して捜査空間が総体的に検査不足になったり検出されない事故を犯したりすることを防止する。

本発明の装置はアンテナ（例えば >180 度）により広域を走査しなければならない衝突予知問題があるところには理想的である。超狭ビーム帯域を用いると当装置はどの位置にも長く留まることができず、角度分解能を得るために目標物からの正確なドップラーを測定することができず、正確に衝突時間を推定するその能力を限定することになる。本発明は衝突時間を推定するための目標物の正確なドップラーを提供し、且つ角度が密に接して位置する目標物を区別するための手段をも提供する。これにより当装置は潜在的な衝突事故をもっと確実に検出することができる。

本発明の装置はまた当装置の距離分解能を統御し当装置が例えばその距離横断面図（例えば、それは車なのか、ただの街路標識なのか）を介して目標物の種類を確認すべき場合、一定のビーム角に対する極めて高い距離分解能をレーダに発生させる。

検出作業（208）は各距離セルについて周囲の背景信号と比較しながら定誤警報率（CFAR）処理を行う。CFARの好適な態様は順位統計CFARであり、各距離位置の振幅が距離セルの周囲にある振幅分類された窓のN番目のセルと比較される。これは、隣接する2台の車のように密に接して位置する目標物の優れた検出を提供し、衝突予知感知装置にとって極めて重要なことである。

図8に描かれたような交通“場面”は一般にこれら複数の報告から成っている。ホストコンピュータ34は一次衝突予知感知装置アルゴリズムの責を負う。ホストコンピュータは、建造物、樹木、道路標識などのような静的物体からのセンサ報告と同様に動的物体からのセンサ報告や、最後にセンサ受信機の様々な雑音源に帰因する虚位の報告（また時には目標物がその大きさや散乱特性に帰因して装置の検出能力の限界に達することもあるので、それによるセンサ報告不足や欠落センサ報告）を含むセンサ報告を受ける。このような入力に関するホストコンピュータ34の総体的オペレーションは図9のフローチャートに示されている。

ホストコンピュータ34の一次機能は、衝突予知感知センサが検出する目標物のそれぞれについて軌道を開発することである。軌道は目標物の報告に対応する平滑状態のベクトルとして定義される。追従機(tracker)の好適な態様はカルマン・フィルタに基づく多重状態デカルト座標追従アルゴリズム(multiple state

Cartesian coordinate tracking algorithm)を使うことである。デカルト座標システムが使われるのは目標物(車など)の軌道が距離-角度(極線)座標であるセンサ座標とは反対にこの空間では直線状であるからである。極線座標においては、通過目標物はホスト車輛を近い距離で通過するので、過激な方位加速度のような極めて非線形の動力を示す。好適な態様においては、追跡器は、 $x-y$ 座標システムの各目標物について位置、速度および加速度情報を保持する。更に、軌道状態ベクトルは衝突重度を評価する時の重要要素である目標物の範囲又は大きさの測定値を保持する。これらの状態は目標物車輛とホスト車輛の最接近点(従って、衝突の可能性)を決定する下流側衝突推定処理においてすべて必要とされる。

ホストコンピュータ34は、二種類の軌道、確定と仮、を保持している。確定軌道はセンサプロセッサ20によって既に“見られた”軌道であり、必要に十分な品質があり、その品質は最後のN走査のMに対する報告又はカルマン残差の移動窓平均値(moving window average)もしくは他の何か可能な計量値によって更新されることにより測定されてもよい。軌道残差は目標物軌道の予想位置とその軌道を更新するのに使われた実際のセンサ報告位置との間の差として定義される。仮軌道は、例えば最後のN走査でM回以下見られただけである半減した品質を持つ全ての軌道である。当装置は目的物を見逃す可能性を実質的に少なくするためにセンサ報告をすべて他に立証されるまで可能性のある報告と仮定する。仮軌道は確立した軌道と同じようなやり方で脅威の可能性について分析される。脅威車輛が他の非脅威車輛に一時的に掩蔽(temporary obscuration)されるような場依存効果(scene dependent issue)から低軌道品質が生ずると思われるからである。

図9を参照して、ホストコンピュータ34は、センサプロセッサ33センサ報告を受け、同じ目標物に対応するセンサ報告を即時に一つに纏める(102)。そして単一大型物体(例えば、トラックの側面、ガードレイル、建造物)等から来る複数の報告を減らして追跡物体数を減らし、且つ遠近目標物に関して図10に例示したように、物体部分よりも寧ろ物体全部を論理的によせ集め追跡するク

ラスタ・アルゴリズムを実行する。このクラスタは、一群の可能な目標物帰線の距離、角度および速度を基礎としており、下記の如き重み付きユークリッド距離

およびK-手段クラスタ・アルゴリズムのような、但しそれに限定されない正規“距離”関数を基礎としている：

$$\begin{aligned} \text{距離} = & \sqrt{((\text{範囲内の距離}) / (\text{センサの範囲分散}))^2} \\ & + ((\text{範囲内の交差距離}) / (\text{センサの交差範囲分散}))^2 \\ & + ((\text{速度内の距離}) / (\text{センサの速度分散}))^2 \end{aligned}$$

これにより当装置は橋梁近くの車や他の静止物体を別々に追跡することができる。同じ目標物から来るセンサ報告群の重心を決定することに加えてアルゴリズムはまた目標物の交差距離範囲を計算する。この値はまた追跡システム媒介変数に組み入れられ、この値の平滑推定値はあとから加わる各センサ入力で計算される。遠距離にある自動車のような目標物はセンサ角精度の限界により正確な推定値を得ることはない。しかし目標物の距離が減少するにつれて目標物は多ビームを反射し一層正確な推定値を得ることが可能となる。目標物の範囲は各アンテナ走査で総体的に計算された範囲と交差距離センサ報告推定値の無作為分散仮分析の重みつき組み合わせを用いて計算される。目標物の角位置の分散の一部は閃光効果（目標物上の無作為散乱位置）に因るからである。これは目標物の大きさを追跡する状態と共にカルマンフィルタを増強することにより達成される。この大きさ状態は目標物が大きくなるにつれて近くに移動して来るのでその値と目標物に対する距離（xとyの状態）とに基づき更新され予知される。これにより当装置は、街路標示、自転車等の比較的小さな物体と車輛その他の大きな嵩のある潜在的に危険な物体との間の違いを検出することができる。

ホストコンピュータ34は次に（距離、距離率および方位角において）互いに密に接して位置する一連のセンサ報告を論理的に集め、同じように密に接して位置する軌道と関連づけするだけで、軌道との関連づけに備えてこれらのセンサ報告を事前演算処理（104）する。このことは全捜査空間を処理対象の領域へ効果的に縮小する。これはまた後続するセンサ報告対軌道の関連操作で当装置の後半の処理要求事項を著しく減ずる。ホストコンピュータ34は次にセンサ報告を

軌道に関連づける(106)。初めに報告リストを用いて確定(又は確立)した軌道、次に仮の軌道を残りのセンサ報告に関連づける。この関連操作は大域最適化アルゴリズム(global optimization algorithm)を用いて実行されてもよい。
こ

れはすべてのセンサ報告とすべての軌道、又は近くにあるセンサ報告はすべて投影軌道位置からの相対的距離に基づき軌道更新に貢献すると推定される確立的方法との間の総距離を最小限度にする。軌道と報告のこの相対的距離は各センサ報告の各軌道に対する相対的な貢献度を決定するのに用いられる。

関連操作が完了すると、この新しいセンサ報告データを用いて軌道が更新される(108)。新しいデータで更新されない軌道は推定車輛移動モデルを用いる次の走査上にその予想位置を進めることにより“推定位置”とみなされる。センサ報告データで更新された高品質(即ち、最後のN走査で更新されたM、軌道残差の移動平均値、又は他の品質測定値)の仮軌道は次に確定の位置(110)に前進させられる。一方、必要にして十分な品質ではない(即ち、最後のN走査のKで少なくとも決定的に更新されなかった)仮軌道はそのリストから除去される(112)。これによりホスト車輛の傍を通過して既にセンサの視野にはない物体は当装置にとってもはや関心がないので脱落させられる。更新や脱落のための品質計量値戦術を用いることにより当装置は無作為目標物信号変動に因る、又は短時間他の物体により追跡された車輛が隠蔽されることに因る逸失センサ報告を取り扱うことができる。

軌道が完全に更新されると、軌道は多重時間遅延に対して順方向時間に投影される(114)。これらの遅延は車輛3にあるそれぞれ対応する安全拘束装置や他の装置を展開するのに必要な時間量に対応する。次に各軌道の脅威は、推定最近接式分析点(probable closest approach analysis)により評価される(116)。その場合、脅威の割当て水準は最近接楕円が最強の脅威であるとする一連の同心楕円内にある目標物の位置に基づく。脅威の確率は、軌道の精度、その状態(確定か仮か)および軌道の品質(即ち、最後の能動更新時と、目標物がセンサの視野内にあった時間間隔に互に行われた更新の総数、または他の計量値)に基

づき、侵入物体に割当てられる(118)。各軌道に対しては、軌道状態値、その品質計量値およびカルマンフィルタの分散行列を用いて、目標物車輛が或る未来時Tにおいて実際に最も見つかりそうな領域と、この楕円とホスト車輛位置との間の重複量と、に関して信頼尺度を提供する。位置誤差楕円は単一回数よりも寧ろ複数回数に亘って計算される。これらの時間間隔は様々な能動拘束装置の反応時間

と貫入性によって決定される。各時間投影に対する誤差楕円、脅威物体速度および脅威物体寸法はすべて最適拘束戦術処理アルゴリズムに提供される(120)。拘束装置の組み合わせはこれらの介助変数に基づいて選ばれる。戦術分析は、始動時間、展開率、エアバッグ可変膨脹率およびシートベルト張力補強と他の可能な装置の展開量とから成る。例えば、能動装置の考えられる一つの階層別順位は下記の通りである：

1. 可聴運転警報
2. シートベルト事前張力補強
3. 車輛ブレーキ
4. 外部エアバッグ展開
5. 内部エアバッグ展開

軌道の時間先行投影は時間反応と貫入性に依存する。例えば、運転手が可聴警告に反応するのはエアバッグが展開するよりも長く時間が掛かるので、軌道は警告を発するのに可能な2秒前に、エアバッグを展開するのに200ミリ秒前に投影される。同様に可聴警報はそれほど耳障りではないので、偽警報は間違ったエアバッグの展開よりも致命的なものではない。この拘束貫入性と展開時間との間の並行現象は、軌道が順方向時間に更に先行して投影されればされるほど位置推定の誤差が大きくなるので、好都合である。それ故、当装置の貫入性が大きくなればなるほど、目標物車輛の位置はますます本来的に正確となり、そして偽警報が発せられる可能性はますます低くなる。

以上の如く、特定の態様が詳細に説明されたが、この開示の技術的内容に鑑み、これらに様々な修正や代替を加えることができることを在来技術に熟練した業

者は理解するであろう。従って、ここに開示された特定の装置は単に例証として意図するものであって、本発明の範囲を限定するものではなく、その範囲は添付の請求の範囲全幅及びその均等物の一切に及ぶものである。

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】平成11年3月22日(1999. 3. 22)

【補正内容】

明細書

衝突予知感知システム

関連出願相互参照

本出願は、1997年1月21日に出願した先のアメリカ合衆国仮出願番号No. 60/035, 667の利益を請求する。

本出願はまた、1997年4月24日に出願した先のアメリカ合衆国仮出願番号No. 60/044, 237の利益を請求する。

1997年1月17日に出願したアメリカ合衆国仮出願番号No. 60/035, 453の利益を請求して1998年1月16日に“無作為周波数偏移変調波形を有する車輛衝突レーダ”と題して本発明の譲受人に譲渡された、米国同時系属出願番号No. 09/007, 992(以下“出願ASL-145-US”という)は、持続波(CW)レーダ測距用の線型周波数変調(LFM)等価信号を発生するための無作為周波数偏移変調手順を有する自動車衝突予知に対して、センサの信頼性とその強靱性を改善するシステムと方法とを開示している。

1998年1月20日に出願し、“多ビーム・アパーチャ持続波レーダ用デジタル漏れ較正”と題して本発明の譲受人に譲渡され、アメリカ合衆国仮出願番号No. 60/071, 964(以下“出願ASL-188-PRO”という)は、持続波レーダから漏れる信号成分を除去するためのシステムと方法とを開示している。

上記出願は、これを参照することによりここに組み入れられる。

技術分野

本発明は一般にレーダシステム、特に車輛衝突防止および車輛安全拘束システ

ムに組み入れられる自動車レーダシステムに関する。

請求の範囲

1. 車輛用衝突予知感知システムであって、
 - a. 車輛近辺地帯を電磁エネルギーのビームで照射し、該電磁エネルギーで照射された一つ又はそれ以上の物体により反射された電磁エネルギーの該ビーム部分を受信し、車輛と相対的な目標物への距離推定値を提供するレーダ送受信モジュールと、
 - b. 該レーダ送受信モジュールに操作上結合された信号プロセッサと、
 - c. 方位角通達範囲図に従って電磁エネルギーのビームを方位角距離上に走査する信号プロセッサの制御下にある手段であって、方位角通達範囲図は連続的なものである、前記手段と、
 - d. 車輛に関連して一つ又はそれ以上の物体を追跡する信号プロセッサによって実行される目標物追跡アルゴリズムと、
 - e. 一つの又はそれ以上の物体の別々の軌道を纏めるため信号プロセッサによって実行されるクラスタアルゴリズムと、
 - f. 目標物追跡アルゴリズムによって追跡される一つ又はそれ以上の物体の方位角範囲を推定するため信号プロセッサによって実行される目標物寸法推定アルゴリズムと、
 - g. 一つ又はそれ以上の物体の車輛に対する脅威を推定するため信号プロセッサによって実行される脅威推定アルゴリズムであって、該信号プロセッサは該脅威の推定に対応する一つ又はそれ以上の車輛を制御し車輛搭乗者の安全を高める、前記脅威判定アルゴリズムと、を含む、前記システム。
2. レーダ送受信モジュールが一つ又はそれ以上の物体のそれぞれに対し車輛との相対的速度の推定値を更に提供する、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。
3. レーダ送受信モジュールが複数の異なるビーム位置を有するアンテナを組み込む、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。

4. レーダ送受信モジュールが多ビームアンテナを組み込む、請求項3に記載の車輛用衝突予知感知システム。

5. 方位角通達範囲図と関連する方位角距離が少なくとも車輛のフロントと相対的に $+/-100$ 度である、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。

6. 電磁エネルギーのビームの大きさがほぼ 10 度である、請求項1に記載の衝突予知感知システム。

7. 電磁エネルギーのビームが目標物追跡アルゴリズムが物体を追跡しない時、方位角通達範囲図上に順次走査され、そして目標物追跡アルゴリズムが一つの又はそれ以上の物体を追跡する時、電磁エネルギーのビームが一つの又はそれ以上の物体の通過に反応して適応するように走査される、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。

8. 一つの又はそれ以上の物体の軌跡が車輛とは相対的にデカルト座標において追跡される、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。

9. 目標物追跡アルゴリズムがカルマンフィルタを組み入れる、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。

10. 一つの又はそれ以上の車輛装置が一つ又はそれ以上の警報装置、車輛ブレーキ装置、車輛ステアリング装置および一つの又はそれ以上の搭乗者拘束システムからなるグループから選ばれる、請求項1に記載の車輛用衝突予知感知システム。

11. 電磁エネルギーがRFエネルギー、マイクロウェーブエネルギーおよびミリメートル波エネルギーから成るグループより選ばれたエネルギーを備える、請求項10に記載の車輛用衝突予知感知システム。

12. レーダ送受信モジュールがパルスモードで作動する、請求項10に記載の車輛用衝突予知感知システム。

13. レーダ送受信モジュールが線型周波数変調持続波モードで作動する、請求項10に記載の車輛用衝突予知感知システム。

14. 線型周波数変調持続波モードが量子化波形を組み込む、請求項12に記載の車輛用衝突予知感知システム。

15. 磁気エネルギーが光学エネルギーを備える、請求項1に記載の車両用衝突感知予知システム。

16. 車両の衝突を予知し、それに反応する一つ又はそれ以上の車両システムを制御する方法であって、

a. 方位角走査レーダビームを用いる車両に関連する一つ又はそれ以上の物体の距離測定と、

b. 距離測定値から一つ又はそれ以上の物体の軌跡計算と、

c. 一つの又はそれ以上の物体の別個の軌道の集落制御と、

d. 距離測定値およびレーダビームの方位角走査角から一つ又はそれ以上の物体の軌跡計算と、

e. 一つ又はそれ以上の物体の軌跡と方位角範囲の組み合わせから一つ又はそれ以上の物体の車両に対する脅威の推定と、

f. 車両搭乗者の安全を高めるために脅威の評価に反応する一つ又はそれ以上の車両装置の制御と、

を含む、前記方法。

17. 走査レーダビームを用いる車両に関連する一つ又はそれ以上の物体の距離を感知するレーダ操作を更に含む、請求項16に記載の車両の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車両装置を制御する方法。

18. 走査レーダビームの走査が車両に対する一つ又はそれ以上の物体の脅威評価に反応する、請求項16に記載の車両の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車両装置を制御する方法。

19. 一つ又はそれ以上の物体の軌跡がカルマンフィルタによりデカルト座標において計算される、請求項16に記載の車両の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車両装置を制御する方法。

20. 一つ又はそれ以上の物体の方位角範囲はクラスタ分析により推定される、請求項16に記載の車両の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車両装置を制御する方法。

21. 脅威評価が衝突重度の推定値を組み入れる、請求項16に記載の車両の

衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

22. 脅威評価が衝突時間の推定値を組み入れる、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

23. 脅威評価が衝突方向の推定を組み入れる、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

24. 脅威評価が衝突確率の推定値を組み入れている、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

25. 一つの又はそれ以上の車輛装置が、一つ又はそれ以上の警報装置、車輛ブレーキ装置、車輛ステアリング装置および一つ又はそれ以上の搭乗者拘束システムから成るグループから選ばれる、請求項16に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法。

26. 請求項17に記載の車輛の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車輛装置を制御する方法であって、方位角走査レーダビームを用いる車輛に関連する一つ又はそれ以上の物体の距離と速度を測定する走査が、

a. 送信信号を形成するための等間隔周波数の反復配列を備える持続波RF信号の発生と、

b. 持続波RF信号による物体の照射と、

c. 受信信号を形成するために一つ又はそれ以上の物体により反射されるRF信号成分の受信と、

d. 周波数差から複合振幅周波数差信号を形成するために送信信号と受信信号の混合と、

e. 複合周波数差信号の実部と隣接の識値が関連する距離セルに対応する複数の単調増大する閾値との比較と、

f. 複合振幅の関連リストを形成するため各関連距離セルに対する受信信号の複合振幅の記憶と、

g. 複合振幅の関連リストのスペクトル解析から各関連距離セルの各々に対するドップラー偏移の計算と、

h. 一つ又はそれ以上の物体に対する距離ードップラー図を形成して車輛に関

連して一つ又はそれ以上の物体の距離および速度を提供するために関連距離セルのすべてに対するドップラー偏移計算の収集と、

を含む、前記方法。

27. クラスタアルゴリズムが正規距離関数に従って距離、交差距離および速度に反応する、請求項1に記載の車両用衝突予知感知システム。

28. カルマンフィルタ機が目標物寸法を追跡する状態で増強されている、請求項9に記載の車両用衝突予知システム。

29. 一つ又はそれ以上の物体の前記別個の軌道の集落が距離、距離分散、交差距離、交差距離分散、速度および速度分散に反応する正規距離関数を計算する段階を含む、請求項16に記載の車両の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車両を制御する方法。

30. カルマンフィルタ機が目標物寸法を追跡する状態で増強されている、請求項16に記載の車両の衝突を予知しそれに反応する一つ又はそれ以上の車両装置を制御する方法。